

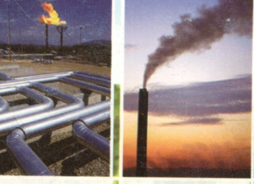
جامعة الإمارات العربية المتحدة
برنامج التعليم الجامعي العام

الإنسان والبيئة

إعداد

د. ماهر نعمان محمد نعمان — كلية نظم الأغذية (المحرر)
د. سيف محمد أحمد الغيص — كلية العلوم
د. محمد أحمد علي بدير — كلية العلوم
أ.د. محمد بدير العراقي — كلية نظم الأغذية
د. منجد عبد القادر أحمد مرقة — كلية الهندسة
د. محمد عبد الواحد إبراهيم الجميلي — كلية الشريعة والقانون









جامعة الإمارات العربية المتحدة

برنامج التعليم الجامعي العام

الإنســـان والبيئـــة

إعداد

د. ماهر نعمان محمد نعمان — كلية نظم الأغذية (المحرر)

د. سيف محمد أحمد الغيص — كلية العلوم

د. محمد أحمد علي بدير — كلية العلوم

أ.د. محمد بدير العراقي — كلية نظم الأغذية

د. منجد عبد القادر أحمد مرقة — كلية الهندسة

د. محمد عبد الواحد إبراهيم الجميلي — كلية الشريعة والقانون

جدول المحتويات

الموضوع	الصفحة

مقدمة

"ولا تفسدوا في الأرض بعد إصلاحها" (الأعراف:٨٥) . "ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون" (الروم:٤١)

لقد أدى نشاط الإنسان المتزايد في مناحي الحياة المختلفة خاصة في مجالي الصناعة والزراعة إلى انبعاث الملوثات والمخلفات في البيئة التي نعيش فيها بشكل لم يسبق له مثيل. وكان لتنامي الاهتمام بالقضايا البيئية بوجه عام وصحة الإنسان بوجه خاص كبير الأثر في العمل على تشخيص الآثار السلبية لتلك الأنشطة التي تؤدي إلى الإضرار بصحة الإنسان والبيئة المحيطة به، فالإنسان وعلى مر العصور وخلال سعيه المتواصل إلى النمو والتطور، ومع ازدياد الكتلة البشرية المتسارع بات من أكبر المستغلين للمصادر البيئية الطبيعية حتى أصبحت هذه الموارد متراجعة ومستنزفة وملوثة، مهددة بذلك نوعية حياة الإنسان على الكرة الأرضية.

فنجد أن التقارير العالمية المختلفة تشير إلى أرقام مخيفة عن وفاة ملايين من الرضع والأطفال يوميا بسبب أمراض الإسهال الناتجة عن تلوث المياه والطعام، وأرقام أخرى أكثر رعبا عن ملايين الناس الذين يعانون من أمراض في الجهاز التنفسي بسبب تلوث الهواء، وملايين أخرى من الذين يتعرضون للمخاطر الكيماوية يوميا. ناهيك عن الأرقام المذهلة التي تتحدث عن البشر الذين يعيشون في فقر شديد ويعانون من أمراض سوء التغذية. ويوجد أيضاً الكثير من التقارير التي تتحدث عن التدهور السريع في الموارد الطبيعية والتناقص المتزايد في أعداد الكائنات الحية وانقراض مئات الأنواع يوميا من الحيوانات والنباتات مما يقلل من التنوع الحيوي والوراثي لتلك الكائنات. من هنا كان من المهم نشر الوعي البيئي، وبدأ ظهور مفهوم جديد وهو تقييم الأثر البيئي. وقد بدأ الاهتمام بالمحافظة على البيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة منذ وقت مبكر وطرح القضايا البيئية المرتبطة بها مثل حماية البيئة البحرية والزراعة وموارد المياه وغيرها.

يتضمن هذا المرجع خمسة فصول تبحث المفاهيم الأساسية والعلاقة بين الإنسان والبيئة التي يعيش فيها، وعن مكونات البيئة والأنظمة البيئية المختلفة والمحافظة عليها من التلوث. وكذلك يحتوي المرجع على أهم القضايا والمشكلات البيئية وأثرها على المكونات والنظم البيئية

المختلفة ومحاولة إيجاد الحلول والبدائل حتى نعيش في بيئة نظيفة صحية. ويتطرق المرجع إلى بث مفهوم الوعي البيئي لدى أفراد المجتمعات المختلفة من أجل حماية البيئة والحياة الفطرية وتنوعها البيولوجي في بيئتها الطبيعية ومراقبتها وتقديم المقترحات والتوصيات. ويتعرض أيضا لدراسة بعض المفاهيم والقضايا البيئية العالمية والمحلية، ويناقش الموارد الطبيعية ومشكلة ندرتها وتدهورها على مر السنين وكيفية المحافظة عليها وترشيد استخدامها وعلاقتها بتوزيع السكان وكذلك الحفاظ على التنوع الحيوي ومخاطر تدمير الحياة الفطرية. كما يوضح كيف تعرقل النشاطات البشرية المختلفة قيام الأنظمة البيئية بوظائفها الطبيعية والجهود المبذولة لمعالجة المشاكل البيئية. ويركز المرجع على أهمية الحفاظ على البيئة وبث الوعي البيئي بين أفراد المجتمع. إن موضوع البيئة متشعب الجوانب وكل يوم يضاف إليه الجديد والجديد، وفي الوقت نفسه فإننا نعتقد أن هذا المرجع بشكله الحالي يمكن أن يكون مرجعا – نأمل أن يكون طيبا للمعنيين بقضايا البيئة والمهتمين بمكافحة التلوث بشتى صوره.

والله نسأل أن يوفقنا على ما فيه الصلاح والفلاح، وأن نعيش في بيئة نظيفة صحية خالية من الملوثات، وأن نحافظ على ما تبقي من التنوع الحيوي والوراثي للكائنات الحية التي تعيش معنا على سطح الأرض من التدمير والانقراض.

المؤلفون

الفصل الأول

العلاقة بين علوم البيئة والعلوم الأخرى

١-١ مفهوم العلوم البيئية

يعتبر علم البيئة أحد فروع علم الأحياء الهامة وهو يبحث في الكائنات الحية ومواطنها الطبيعية. ويعرف على أنه العلم الذي يبحث في علاقة العوامل الحية (من حيوانات ونباتات وكائنات دقيقة) مع بعضها البعض ومع العوامل غير الحية المحيطة بها. وتعتبر العلوم البيئية من العلوم المتداخلة لدراسة عدة مجالات وتضم كلا الوجهين التطبيقي والنظري الناتج عن أثر الإنسان على الأرض. فالعلوم البيئية ومنذ أن بدأ الإنسان يكون المجموعات البشرية أصبحت لابد من ذلك تتعامل مع السياسة والمنظمات الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية والفلسفية. وهكذا فالعلوم البيئية مزيج من العلوم التقليدية والقيم الاجتماعية والوعي السياسي.

وبالرغم من التطور السريع في مجال الدراسات البيئية لكن يمكن الرجوع إلى جذوره في التاريخ المبكر لكثير من حضارات الإنسان على هذا الكوكب. فالكثير من الثقافات تظهر اهتماما وتقديرا واضحا بما يخص النباتات والحيوانات ومناطقها الجغرافية دراية منهم بأنها تزودهم بالطعام والماء والنقل، وأن هذه المميزات قد أدركها الإنسان المعاصر.

والاهتمام بالبيئة ليس بالشيء الجديد على المسلمين والعرب. فعندما اشتعلت شرارة البيئة وكيفية الحفاظ على موارد الأرض في العالم المتقدم منذ نحو ٤٠ عاماً كانت العناية بالبيئة قد تأصلت عند المسلمين مع بداية الإسلام أي منذ ما يزيد عن أربعة عشر قرناً من الزمان. وهناك الآيات والأحاديث التي ترشد الإنسان إلى أهمية الحفاظ على بيئة الأرض. ففي قوله سبحانه وتعالى في كتابه الكريم:

" إنا عرضنا الأمانة على السماوات والأرض والجبال فأبين أن يحملنها وأشفقن منها وحملها الإنسان إنه كان ظلوما جهولا"(الأحزاب: ٧٢).

فالآية الكريمة تبين لنا أهمية وعظمة حماية البيئة حيث أن السماوات والأرض امتنعن وخفن من تحمل هذه المسؤولية الثقيلة. كما قد أوصانا رسول الله، صلى الله عليه وسلم، في بعض الأحاديث الشريفة بحماية البيئة حين قال: "إن الدنيا حلوة خضرة ولأن الله تعالى مستخلفكم فيها، فينظر كيف تعملون فاتقوا الدنيا واتقوا النساء". رواه مسلم.

وعن أنس – رضي الله عنه – قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "ما من مسلم يغرس غرساً أو يزرع زرعاً فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة". أخرجه البخاري.

وقد تحدث سيدنا علي بن أبي طالب رضي الله عنه في خطبته الأولى عند توليه الخلافة في ٢٥ ذي الحجة ٣٥ هـ، حين قال: "إنكم مسؤولون عن البقاع والبهائم اتقوا الله في عباده وبلاده".

١-٢ تعريف العلوم البيئية وعلاقتها بالعلوم الأخرى

يهتم علم دراسة البيئة (إيكولوجي) كما ذكرنا بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وما يحيط بها من عوامل بيئية. فهنالك ارتباط وثيق بين البيئة التي تعيش فيها الكائنات الحية التي تستوطنها – وذلك نظرا لتوقف حياة الكائنات الحية – على ما توفره بيئتها من أسباب النمو والعيش بطريق مباشر أو غير مباشر. ولذلك فإن علم البيئة يهتم بدراسة الطرق التي تتكيف بها تلك الكائنات مع بيئاتها وكيفية الاستفادة منها، كما يدرس تأثير تلك الكائنات على بعضها البعض وعلى البيئة المحيطة بها.

إن علم دراسة البيئة يمكن تناوله من عدة أوجه وعلى مستويات مختلفة وعليه يجب أن نتعرض لبعض المفردات البيئية المستخدمة كما يلي:

تقسم عوامل البيئة إلى عوامل حيوية وعوامل غير حيوية حيث تتمثل العوامل الحيوية في تأثيرات عديدة تمارسها الكائنات الحية جميعها أثناء القيام بأنشطتها الحيوية اللازمة لحياتها. كذلك العوامل غير الحيوية التي تشتمل على انسياب الطاقة الضرورية للكائن الحي. ومن العوامل غير الحيوية (عوامل طبيعية) منها الحرارة والماء والضوء والرطوبة والرياح وعوامل التربة كدرجة الحموضة pH والأملاح المعدنية والملوحة Salinity.

١-٢-١ العوامل المحددة Limiting Factors

على الرغم من تفاعل الكائنات الحية مع بعضها ومع بيئتها بطرق عديدة إلا أن هنالك بعض العوامل التي تعتبر جوهرية لنجاح بعض تلك الكائنات، وفي حالة نقصان أو زوال أي من تلك العوامل فإن فرصة نجاح تلك الأنواع من الكائنات تكون محدودة. ولذا تسمى هذه العوامل "بالعوامل المحددة." قد تكون تلك العوامل المحددة حيوية أو غير حيوية وقد تختلف اختلافاً جذرياً من نوع لآخر من أنواع الكائنات الحية. فعلى سبيل المثال، قد تكون قلة المياه أو بعض المستويات الغذائية للتربة محددة للعديد من الكائنات في حين أن الحيوانات قد تتحدد بسبب المناخ أو وفرة غذاء معين. أيضا بالنسبة إلى الأسماك فإن العامل المحدد لها هو

كمية الأوكسجين الذائبة في الماء، وهكذا فإن العامل المحدد يمكن تعريفه تعريفا شموليا بأنه أقل العوامل وجودا في الطبيعة وأكثرها تأثيرا على الكائن الحي.

١-٢-٢ المسكن والحيز الإيكولوجي Habitat and Niche

يتم نشاط الكائنات الحية وتفاعلها مع بعضها البعض ومع عوامل البيئة الطبيعية المحيطة في أماكن معينة، فمثلا في بعض الأنهار بطيئة الجريان نجد أن بعض الكائنات الحية تسكن في مخالب على الشواطئ والبعض الآخر يعيش تحت الحجارة وحيوانات أخرى مثل الأسماك تعيش حرة بالماء، وهكذا. إن الفراغ الذي يشغله الكائن الحي يسمى المسكن (Habitat) والدور الذي يلعبه في البيئة يسمى الحيز أو النيش (Niche). أي أن النيش هو المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويبرز فيه وظيفته من خلال تفاعله مع غيره من الكائنات الحية الأخرى ومع عوامل البيئة الطبيعية التي تحيط به. وقد يحتوي النيش أو الحيز الإيكولوجي لبعض الكائنات الحية على أكثر من مسكن كما في الحيوانات البرمائية مثل الضفدع الذي يعيش في مساكن مائية وبرية. كذلك علينا أن ندرك بأن الحيز الإيكولوجي لبعض الكائنات قد يحتوي على أكثر من نظام بيئي واحد، مثال ذلك الطيور المهاجرة. إن الحيز الإيكولوجي لأي كائن حي هو نتيجة للاختيار الطبيعي الذي يوجه تكيف ذلك الكائن مع مجموعة الظروف البيئية المعينة.

١-٢-٣ أنواع التفاعلات بين الكائنات الحية

تتمثل العوامل الحيوية للبيئة في تأثيرات عديدة تمارسها الكائنات الحية أثناء قيامها بأنشطتها الحيوية اللازمة لبقائها ومنها:

١-٢-٣-١ الافتراس Predation

يعد الافتراس عاملاً من عوامل البيئة الحيوية التي تؤثر في توزيع الكائنات الحية على وجه الأرض. ويؤثر الافتراس على كثافة المجموعات بصور مختلفة. فقد يلعب دورا كبيرا في ضبط وحفظ توازن عددية أفراد المجموعات بالأنظمة البيئية المختلفة. وقد يؤدي أحيانا – خاصة في العلاقات الحديثة بين المجموعات – إلى تقليل عددية الفريسة إلى درجة كبيرة ربما تصل إلى حد الانقراض مما يستدعي الكائنات المفترسة للبحث عن مصدر آخر للغذاء. وقد لا يكون لعامل الافتراس تأثير يذكر على عددية أفراد الفريسة Prey organism. وفي هذه الحالة لا تمثل أفراد الفريسة مصدرا رئيسا للغذاء للمجموعة المفترسة.

تعتمد هذه الاحتمالات أعلاه على مدى سهولة حصول الكائن المفترس على الفريسة، ويعتمد هذا العامل بدوره على كمية الطاقة المبذولة بواسطة الكائن المفترس في الحصول على الفريسة وعلى مقدرة الفريسة على تجنب الوقوع في قبضة الكائن المفترس.

١-٢-٣-٢ المنافسة Competition

تؤدي المنافسة إلى الحد من زيادة المجموعات أو تقليل كمية الطاقة المناسبة بداخلها، كما تؤدي الكائنات المتنافسة في مواءمة بيئاتها المختلفة. يظهر أثر المنافسة بين المجموعات عندما يكون هنالك شح واضح في مورد بيئي واحد أو أكثر. فعلى سبيل المثال، تتنافس النباتات الموجودة في بعض الأنظمة الغابية على الضوء والمغذيات المعدنية وتتنافس الأعداد الكبيرة من الحيوانات على الطعام والمسكن. ويمكن أن يحدث التنافس بين أفراد النوع الواحد كما يمكن أن يحدث أيضا بين أفراد الأنواع المختلفة. وكلما كان الحيز الإيكولوجي أو النيش للكائنات المتنافسة متقاربا أدي ذلك إلى حدة التنافس. وعموما فإن المنافسة الشديدة بين أفراد النوع الواحد للمتنافسين تؤدي إلى:

- إزالة أحدهما نهائيا من النظام البيئي أو إجباره على تغير مسكنه أو موقعه الجغرافي.
- يعيش أفراد النوعين معا ويتطلب ذلك توازنا في استعمال الموارد البيئية المتنافس عليها مما يؤثر سلبا على كثافة المجموعتين.

وتعرف عملية إزالة أفراد نوع معين بواسطة أفراد نوع آخر نتيجة للتنافس بينهما بقانون "الإبعاد التنافسي" Competitive Exclusion Principle. ويحدث التعايش بين المجموعات النباتية نتيجة لبعض الاختلافات بين أفراد النوعين المتنافسين وتتمثل هذه الاختلافات في:

- المتطلبات الغذائية
- تباين النباتات في مقاومة السموم والأمراض والحشرات
- احتياج النباتات لبعض العوامل المناخية مثل الماء والضوء في أوقات مختلفة كما في نبات البرسيم

١-٢-٣-٣ التكافل Symbiosis

بينما يعتبر التنافس والتطفل والافتراس من العلاقات الإيكولوجية السلبية نظرا لتأثيرها السلبي على كثافة المجموعات. تعتبر العلاقات التكافلية من العلاقات الإيكولوجية الإيجابية، لأنه لابد فيها من استفادة أفراد كل من المجموعتين المتكافلتين Mutualism . وهناك مدى واسع للعلاقة التكافلية يمتد من العلاقات التي يكتسب فيها أفراد المجموعتين المتكافلتين قليلاً من بعضها البعض إلى العلاقات الحميمة جداً التي يمكن اعتبار الكائنين المتكافلين كائناً واحدا. بالإضافة إلى التكافل، فإن هناك بعض العلاقات الإيجابية الأخرى مثل

تلك العلاقات التي يستفيد فيها أحد الكائنات من تلك العلاقة من غير أن يستفيد منها الكائن الآخر. مثال ذلك الحيوانات البحرية مثل الأصداف السمكية والإسفنجية التي عادة ما تحمل كثيرا من الحيوانات الصغيرة فتوفر لها الحماية والغذاء من دون أن تتقيد أو تتضرر.

١-٢-٣-٤ التطفل Communalism

يلعب التطفل دورا كبيرا في توزيع المجموعات وفي الحد من فعاليتها حيث تنشأ العلاقة التطفلية بين كائنين من نوعين مختلفين ويسمى أحدهما الكائن المتطفل (Parasite) ويسمى الأخر الكائن المضيف (Host). وهنالك ثلاثة شروط لابد من توافرها في هذه العلاقة الإيكولوجية وهي:

- وجود الكائن المتطفل في داخل أو على سطح الكائن المضيف
- أن يكون الكائن المتطفل هو الكائن المستفيد
- أن يكون الكائن المضيف هو الكائن المتضرر

ويمكن تقسيم العلاقة بين الكائن المتطفل والكائن المضيف إلى علاقة مكانية وأخرى زمانية. ويقصد بالعلاقة المكانية ذلك الجزء من الكائن المضيف الذي يوجد به الكائن المتطفل بينما يقصد بالعلاقة الزمانية الزمن الذي يأخذه الكائن المتطفل في داخل أو على سطح الكائن المضيف.

إن المنفعة الرئيسية التي يكتسبها الكائن المتطفل هي الغذاء والمسكن، فالكائنات المتطفلة التي تعيش داخل أنسجة الكائن المضيف تمتاز ببيئة مستقرة ويمكنها تناول غذائها من الكائن المضيف بأقل مجهود ممكن، ولكنه على الرغم من ذلك لابد لها من تكيفات تساعدها في مواءمة بيئة الكائن المضيف. فعلى سبيل المثال تحمي بعض الطفيليات التي تعيش في الجهاز الهضمي نفسها من الإنزيمات الهاضمة للكائن المضيف بإنتاج بعض المواد التي تؤدي إلى توقف نشاط الإنزيمات الهاضمة الموجودة ببيئتها. كذلك تؤدي تغذية الكائن المتطفل على أنسجة الكائن المضيف في بعض الحالات إلى كثير من الأضرار التي تلحق بالكائن المضيف والتي ربما تؤدي إلى موته في بعض الأحيان. مثال ذلك طفيل الملاريا الذي يهاجم كريات الدم الحمراء بالكائن المضيف.

تمتاز الكائنات المتطفلة بوجود عدة تحورات تساعدها في الالتصاق بأنسجة الكائن المضيف ومن هذه التحورات:

- فقدان بعض الأعضاء والأنسجة غير المرغوب فيها
- وجود إنزيمات تمكن الطفيل من اختراق أنسجة الكائن المضيف
- وجود وسائل للالتصاق بأنسجة الكائن المضيف
- وجود طاقات تكاثرية هائلة
- وجود وسائل لوقاية الطفيل من الإنزيمات الهاضمة
- وجود وسائل للانتقال من كائن مضيف لآخر

إن إبادة الطفيليات الضارة بالإنسان والحيوان والمحاصيل الزراعية تعتبر من الاهتمامات الكبرى للمختصين في مجال الطب البشري والحيواني وفي مجال الزراعة. إن من أهم الأشياء التي تؤدي إلى إبادة هذه الطفيليات الإلمام الواسع بدورات حياتها ومعرفة نقاط الضعف فيها حتى يتسنى للإنسان مكافحتها والقضاء عليها.

١-٢-٤ تفاعلات المجتمع والنظام البيئي

لا يستطيع أي كائن حي أو أي مجموعة من المجموعات الحيوانية أو النباتية أن تعيش في مكان ما بمعزل عن بقية الكائنات والمجموعات الأخرى. والذي ينظر إلى الوحدات الطبيعية المختلفة مثل الأنهار والبحار والبحيرات والمزارع والغابات وغيرها من الأنظمة البيئية المائية والبرية يجد لكل منها أعدادا متباينة من المجموعات الحيوانية والنباتية المتفاعلة مع بعضها البعض مكونة ما يسمى بالمجتمعات الحيوية Communities وبالتالي يمكن تعريف المجتمع بأنه " كل المجموعات الحيوانية أو النباتية المتفاعلة مع بعضها البعض بمكان معين". ويتصف مستوى المجتمعات الحيوية بكثير من الصفات منها:

- السيادة، ويقصد بها النوع أو كثرة العدد وكبر الحجم وزيادة النشاط
- الوفرة النسبية، ويقصد بها النسبة الناتجة من حاصل قسمة عدد أفراد أي نوع من الأنواع على العدد الكلي لأفراد الأنواع المختلفة بمجتمع معين
- التركيب، ويقصد به الأنواع الحيوانية والنباتية التي تكون مجتمعا معينا
- تباين الأنواع، ويقصد به تباين الأنواع الحيوانية والنباتية بالمجتمعات المختلفة، ويمكن قياسه عن طريق حصر عدد الأنواع وحساب الوفرة النسبية لكل منها

إن النظام البيئي هو عبارة عن وحدة طبيعية (بحر، نهر، غابة، بركة، الخ) تتعامل فيها المجتمعات الحيوانية والنباتية مع بعضها البعض ومع ما يحيط بها من عوامل البيئة الطبيعية. ولشرح مفهوم النظام البيئي لابد من التطرق للأدوار الأساسية للكائنات الحية، وانسياب الطاقة، والدورات. (سوف يتم مناقشتها في الفصل الرابع).

١-٣ علاقة الإنسان بالبيئة

تعتني دراسة البيئة بالظروف المحيطة التي تؤثر على الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وفي تعريف أشمل، فإن البيئة هي عبارة عن العوامل التي تؤثر على الكائن الحي خلال فترة حياته. ومن المنظور البشري، فإن علاقة الإنسان بالبيئة تتضمن اهتمامه بالعلوم والطبيعة، والصحة، والوظيفة، والمكاسب، والسياسة، والاقتصاد وعلم الأخلاقيات، الخ.

إن معظم القرارات السياسية والاجتماعية يمكن أن يتم إصدارها داخل حدود البلد المعني. ولكن المشكلات البيئية لا ترتبط بحدود دولية، وعلى سبيل المثال فإن تلوث البيئة البحرية بزيت النفط قد يستلزم مساهمة وحدات مختلفة من عدة قطاعات للحكومة المحلية أو تعاون أكثر من إمارة، أو قد يستلزم الأمر مساهمة بعض دول الخليج العربية أو دول الإقليم. وقد كان لحرائق آبار النفط في الكويت بسبب حرب الخليج الثانية (١٩٩١) تأثير واضح في جودة الهواء في الدول المجاورة في المنطقة. وكذلك تلوث الهواء في المكسيك قد يؤثر في الولايات المتحدة الأمريكية، وهكذا. وإذا ما انعدمت القوانين البيئية الصارمة وانخفضت معدلات أجور العمال في بلد ما، فإن هذا قد يؤثر في بعض الصناعات بأن تنتقل إلى هذه البلدان لأسباب اقتصادية. وتجاهد كثير من البلدان النامية إلى تحسين صورة البيئة وذلك باستغلال بعض فوائد الاستثمارات الأجنبية لتحسين المستوى المعيشي لشعوبها.

١-٤ أهمية دراسة العلوم البيئية

قال تعالى: "ألا تطغوا في الميزان". صدق الله العظيم. إن على الإنسان أن لا يتجاوز العدل والموازنة لاستمرارية الحياة في الأنظمة البيئية. علما بأنه لا توجد منطقة خالية من المخاوف البيئية. ويميل الإنسان في معظم المناطق من العالم إلى التركيز على القضايا البيئية المتعلقة به وكيفية حلها مباشرة. فعلى سبيل المثال، حماية جنس معين من الحيوانات يثير القلق في كثير من دول العالم. فالنمر العربي في منطقة الجزيرة العربية يعتبر من الحيوانات التي تواجه خطر الانقراض وهو بحاجة إلى بعض الفرائس البرية كمصدر للغذاء وإلى بيئة هادئة، ولكن النمو الحضري في هذه البلدان قد يحول دون ذلك وقد ينتج عنه تداخل في المصالح بين الذين يسعون إلى التنمية ومن هم ينادون بحماية البيئة.

وإذا ما أصبحت المشكلة البيئية قضية خلاف عند بعض الأشخاص، فإن هذا يؤدي إلى مواجهة بين الجماعات التي لها وجهات نظر مختلفة حول المشكلات البيئية. فالمداخلات العلمية والأخلاقية والاقتصادية والاجتماعية كثيرا ما تشكل آراء الأشخاص. لذا فإن عملية اتخاذ القرار البيئي يجب أن يأخذ في الاعتبار كل هذه المداخلات عند دراسة العلوم البيئية لكي نصل إلى تسوية مقبولة.

١-٥ أخلاقيات البيئة والوعي البيئي

نظراً للتطور التكنولوجي نستطيع الآن النظر إلى كوكب الأرض من الفضاء ويمكن أن يتفكر الإنسان في قدرة الخالق وأن الأرض ما هي إلا كوكب أزرق مميز بين الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية. وينظر الإنسان إلى موارد البيئة بأنها مسخرة له ولابد من استغلالها حيث يرى الكثير من البشر أن عدم استغلالها يعني هدرا للموارد البيئية. فالتفاعل بين الإنسان والبيئة يعود تاريخه إلى أقدم الحضارات التي وجدت على

هذا الكوكب. فالتلوث كان بمثابة ظواهر مؤقتة ومحدودة. لكن اليوم أصبح التلوث ظاهرة تشغل كثيرا من الدول، كما هو الحال في معاناة الدول الأوربية من الأمطار الحمضية. وكذلك الحال حول كيفية التخلص من النفايات الكيميائية والمشعة حيث تسعى كثير من الدول الأوربية للتخلص من هذه الملوثات ونقلها خارج حدودها.

تختلف أخلاقيات البيئة عن أي مشاكل أخلاقية أخرى فهي تعتمد على مجموعة من المبادئ والمعتقدات. فهي عبارة عن حقل تطبيقي يظهر فيه اهتمام الإنسان بالبيئة التي يعيش فيها. فالنفايات السامة قد تلوث المياه الجوفية والبقع النفطية تلوث شواطئ البحار وحرق الوقود الإحفوري يزيد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مما يزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري. لذا فإن الهدف الأساسي من أخلاقيات البيئة يجب أن لا يكون لإقناع البشر بأهمية الحفاظ على كوكبنا الأرض فحسب، لأن الجميع يدرك هذه الغاية، بل يجب التركيز على أهمية السلوك البيئي المتحضر والقدرة على تطبيق ذلك. وهناك ثلاث نظريات يمكن أن تلخص اهتمام ومسؤولية الإنسان بالبيئة وهي كالتالي:

أولاً : الإنسان هو المحور

تفترض هذه النظرية بأن الإنسان هو مرجع كل الملوثات على هذا الكوكب. ويعود السبب في ذلك إلى أن الإنسان هو الكائن الوحيد المميز من الناحية السلوكية، لذا فإن أراد الإنسان البقاء على هذا الكوكب عليه أن يقوم بأقل الواجبات غير المباشرة لحماية البيئة.

ثانياً : الكائنات هي المحور

توصي هذه النظرية بأهمية التباين الأحيائي (البيولوجي) وبأن كل الخليقة نباتية وحيوانية لها الحق في العيش على هذا الكوكب. وقد تكون للإنسان نظرة مختلفة بما يخص المخلوقات الأخرى. فقد يرى البعض بأنه من واجبنا حماية الحيوانات وتفضيلها على أنواع النباتات. والبعض الآخر قد يقرر مصير بعض المخلوقات بناء على نسبة الضرر الذي قد تلحقه بالإنسان. فعلى سبيل المثال، يرى البعض بأنه لا حرج من قتل البعوض والفئران. والعكس من ذلك يرى آخرون أن الحياة حق لكل مخلوق وليست لبقاء النوع فقط. ويستشهد آخرون بعدم إيذاء الحيوان، بقول رسول الله في الحديث الشريف: "عن زيد بن خالد الجهني رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "لا تسبوا الديك، فإنه يوقظ للصلاة".

ثالثاً: الموطن هو المحور

يجب أن تحظى البيئة (الموطن) بعناية تامة من الإنسان وأن يكون المبدأ هو حماية المكان الذي تعيش عليه المخلوقات جميعا. فالاتجاهات البيئية متعددة ولكن يمكن تلخيصها كالتالي:

١. تنمية الأخلاقيات البيئية
٢. الحفاظ على الأخلاقيات
٣. الرعاية الأخلاقية

وعليه يمكن أن نلخص مفهوم المبادئ الثلاثة أعلاه بأن الحفاظ على بيئة هذا الكوكب بما تحتويه من نباتات وحيوانات بيئية مختلفة يجب أن تبقى وأن يكون لها الحق الكامل في الاستمرارية كي يبقى الإنسان، حيث حياته مرتبطة بكل مكونات البيئة. لذلك يجب أن يتمسك الإنسان بهذه المبادئ حتى يحافظ على هذا الكوكب. فالمشاكل البيئية هي مشاكل الناس جميعا، تحدث بسبب استخدام الموارد الطبيعية بصورة غير صحيحة. إن المشكلة البيئية تحدث لأن هناك فجوة بين الناس المستفيدين من تدمير البيئة والأشخاص الآخرين الذين لا يوجد لديهم وعي كاف بالمشكلات البيئية، حيث يستلزم ذلك قرارات بيئية تأخذ في الاعتبار النواحي الاقتصادية حتما لأن الناس لابد لهم من استغلال هذه الموارد ولكن بصورة تضمن الاستمرارية (Sustainability).

وقد يرى البعض أن الاعتبارات الاقتصادية لا يجب أن تكون مهمة متى ما اتخذ قرار بيئي، ولكن يرى الآخرون أن الاعتبارات الاقتصادية يمكن أن تحل كل القضايا البيئية. وهناك من يرى أن اللوائح تعوق استخدام الموارد القيمة. ويقول البعض إن أهمية الموارد الطبيعية كأهمية الإنسان على الأرض والآخرون يشعرون أن الإنسان له مكانة خاصة بين باقي الموارد. ويرفض البعض بشدة أي تغيير وآخرون يعترفون أن التغيير يجب أن يحدث، وهكذا.

لذا فإن تسوية الآراء المختلفة التي ذكرت سابقا هي الطريقة الوحيدة لحل الصراعات. فالدور الاجتماعي والتقييم الاقتصادي له أهمية خاصة لتوحيد وجهات النظر المتناقضة ومحاولة إيجاد الحل البيئي الوسط.

الفصل الثاني

قضايا بيئية معاصرة

٢-١ النمو السكاني

تشكل العلاقة بين السكان والموارد الطبيعية قضية مهمة في الدراسات البيئية من حيث الضغوط السكانية علي الموارد المتاحة وما قد ينتج عن ذلك من أنماط استغلال للموارد تتسم بالجور على احتياجات الأجيال القادمة. وبالطبع فإن قدرة الموارد المتاحة على توفير الاحتياجات الأساسية للسكان مثل الغذاء والسكن والتعليم والصحة والمواصلات تلعب دوراً أساسياً في تخفيف أو تعقيد المشاكل الاجتماعية والبيئة في مجتمع ما.

هذا ويعتمد النمو السكاني علي متغيرين أساسين هما الزيادة الطبيعية للسكان والهجرة حيث تعرف الزيادة الطبيعية للسكان بأنها الفرق بين معدل المواليد من ناحية، ومعدل الوفيات من ناحية أخرى. وعلي ذلك فإن الزيادة الطبيعية تكون مسؤولة عن نمو سكان العالم ككل أما الهجرة الداخلية أو الهجرة الخارجية فإنها تؤثر علي النمو السكاني في دولة ما أو منطقة جغرافية معينة دون غيرها.

معدل المواليد

يحسب معدل المواليد بخارج قسمة جملة عدد المواليد في سنة ما علي إجمالي عدد السكان في نفس العام مع ضرب خارج القسمة في ١٠٠٠ كما يلي :

$$\text{معدل المواليد} = \frac{\text{جملة عدد المواليد}}{\text{عدد السكان}} \times ١٠٠٠$$

أي أنه عبارة عن عدد المواليد الجدد لكل ألف من السكان في مجتمع ما. ويمكن حساب معدل المواليد لدولة الإمارات العربية المتحدة في سنوات مختلفة، فوفقاً لبيانات وزارة التخطيط نجد أن عدد سكان الدولة بلغ نحو ١,٣٧٩ مليون نسمة عام ١٩٨٥ ونحو ٢,٤١١ مليون نسمة عام ١٩٩٥ (جدول ١)، في حين أن إجمالي عدد المواليد بلغ نحو ٤٤,١٩٣ مولود عام ١٩٨٥ ونحو ٤٨٥٦٩ مولود عام ١٩٩٥ (جدول ٢) وعلي ذلك فإن معدل المواليد في دولة الإمارات العربية المتحدة يمكن حسابه كما يلي:

معدل المواليد عام 1985 = $\frac{44139}{1379000} \times 1000 = 32\%$

معدل المواليد عام 1995 = $\frac{48567}{2411000} \times 1000 = 20\%$

ويتأثر معدل المواليد بالكثير من العوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية، فسكان الريف مثلاً يكونون أكثر إقبالاً علي الإنجاب من سكان المدن وكذلك المجتمعات الزراعية تكون أعلي في معدلات المواليد من المجتمعات الصناعية. أيضاً تختلف معدلات المواليد باختلاف الأديان فمثلاً يعتقد أن السكان الذين يدينون بالإسلام وبالمسيحية الكاثوليكية أكثر إقبالاً علي الإنجاب من السكان البروتستانت مثلاً. أيضاً تؤثر العادات والقيم الاجتماعية السائدة في المجتمع في معدل المواليد فزيادة نسبة الزواج المبكر في مجتمع ما يمكن أن يؤدي إلى زيادة الإنجاب. كما أن تدني مستويات المعيشة وتفشي الأمراض وتدهور الأحوال الصحية عموماً يؤدي إلى زيادة الإقبال علي الإنجاب كنوع من التأمين ضد احتمالات الوفاة المرتفعة وبوجه خاص للأطفال الرضع.

جدول ١. تطور عدد سكان دولة الإمارات العربية المتحدة "مليون نسمة"

السنة	عدد السكان
1975	0.558
1980	1.042
1985	1.379
1995	2.411
1998	2.834
1999	3.033
2000	3.247
2001	3.488

- المصدر : وزارة التخطيط – دولة الإمارات العربية المتحدة

جدول ٢. تطور أعداد المواليد والوفيات في دولة الإمارات العربية المتحدة

السنة	عدد المواليد	عدد الوفيات
1985	44193	3222
1995	48567	4779
1998	48136	5033
1999	49659	5194
2000	53686	5396
2001	56136	5777

- المصدر : وزارة التخطيط – دولة الإمارات العربية المتحدة

وبشكل عام فإن أعلى معدلات المواليد تكون في الدول النامية والدول الفقيرة حيث تزيد المعدلات عن ٤٠ في الألف، أما أدنى معدلات المواليد فتكون في الدول المتقدمة. ويعاب علي معدل المواليد أنه لا يأخذ في الاعتبار التركيب النوعي والعمري للسكان كما أنه لا يأخذ في الاعتبار الهجرة حيث تؤدى موجات الهجرة الدولية الكبيرة كما هو الحال في دول الخليج العربي إلى زيادة نسبة الذكور إلى نسبة الإناث مما يؤدى إلى انخفاض معدل المواليد عما هي في الواقع. فالانخفاض الكبير في معدل المواليد في دولة الإمارات من ٣٢% عام ١٩٨٥ إلى ٢٠% عام ١٩٩٥ ربما يعزي إلى زيادة كبيرة في العمالة الأجنبية الوافدة إلى دولة الإمارات والتي غالباً ما تكون عبارة عن ذكور في سن العمل من ٢٠ إلى ٦٠ عاماً.

وللتغلب علي ذلك يتم حساب ما يعرف بمعدل الخصوبة وهو عبارة عن عدد المواليد لكل ألف امرأة في سن الحمل كما يلي :

$$\text{معدل الخصوبة} = \frac{\text{عدد المواليد}}{\text{عدد النساء في سن الحمل}} \times 1000$$

وغالباً ما تشمل فئة النساء في سن الحمل عدد الإناث في الفئة العمرية ١٥ – ٤٩ سنة.

معدل الوفيات

يحسب معدل الوفيات بطريقة مماثلة لحساب معدل المواليد أي أن معدل الوفيات عبارة عن عدد الوفيات لكل ألف من السكان في سنة ما كما يلي:

$$\text{معدل الوفيات} = \frac{\text{جملة عدد الوفيات}}{\text{عدد السكان}} \times 1000$$

وبالرجوع إلى بيانات وزارة التخطيط نجد أن إجمالي عدد الوفيات في دولة الإمارات العربية المتحــدة بلــغ نحو 4779 عام 1995 وبالتالي فإن معدل الوفيات في دولة الإمارات لعام 1995 يمكن حسابه كما يلي :

$$\text{معدل الوفيات عام 1995} = \frac{479}{2411000} \times 1000 = ٠,٢$$

وهو معدل أقل من المتوقع نظراً لتأثير الهجرة الخارجية حيث ترجع أعداد كبيرة من العمالة الخارجية إلــى بلادها الأصلية عندما يتقدم بها العمر وبالتالي فإن أعداد الوفيات غالباً ما تمثل وفيات المواطنين في حين أن عدد السكان يشمل المواطنين وغير المواطنين.

وبالطبع فانه كلما تحسنت الظروف الصحية والاقتصادية في مجتمع ما كلما انخفضت معدلات الوفيات في ذلك المجتمع وبشكل عام تميل معدلات الوفيات في معظم بلدان العالم إلى الانخفاض نظراً للتقــدم فــي النظم الصحية ووسائل الصحة العامة وانتشار حملات التطعيم والتحصين ضد الأمراض وبالــذات حمــلات تطعيم الأطفال.

الزيادة الطبيعية

هي الفرق بين معدل المواليد ومعدل الوفيات وبالطبع فإن الزيادة الطبيعية تختلف من بلد لأخر وفقــاً للظــروف السياسية والاقتصادية والثقافية السائدة في كل بلد. كما أن الزيادة الطبيعية في نفس البلد تختلف من فتــرة زمنيــة إلى أخري. وعموماً تميل الزيادة الطبيعية في السكان إلى الانخفاض بمرور الــزمن. فوفقــا لنظريــة الــدورة الديموجرافية فإن المجتمعات البشرية تمر بإحدى المراحل الثلاثة الآتية [1] :

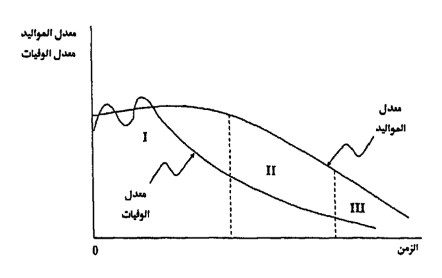
١- مرحلة المجتمعات البدائية وهي ترتفع فيها معدلات المواليد والوفيات معاً مما يــؤدي إلــي انخفــاض معدلات الزيادة الطبيعية.

٢- المرحلة الانتقالية التي تستمر فيها معدلات المواليد مرتفعة بينما تكون معدلات الوفيات منخفضة ممــا يؤدي إلى معدلات زيادة طبيعية مرتفعة أو ما يعرف بالانفجار السكاني. وتنتمي معظم الــدول الناميــة ومنها الدول العربية لتلك المرحلة الانتقالية.

٣- المرحلة الاستقرارية وهي المرحلة التي تتصف بها المجتمعات المتقدمة الحديثة حيث تنخفض كلاً مــن معدلات المواليد ومعدلات الوفيات وبالتالي تكون معدلات الزيادة الطبيعية منخفضــة. وتنتمــي معظــم الدول الصناعية المتقدمة إلى تلك المرحلة الاستقرارية.

[1] أحمد علي إسماعيل – أسس علم السكان وتطبيقاته الجغرافية – دار الثقافة والنشر والتوزيع – القاهرة - 1989

ويوضح الشكل رقم (١) المراحل المختلفة لنظرية الدورة الديموجرافية حيث تمثل المرحلة الأولى (I) مرحلة المجتمعات البدائية بينما تمثل المرحلة (II) مرحلة الانفجار السكاني وتمثل المرحلة الثالثة (III) مرحلة الاستقرار السكاني وانخفاض معدلات الزيادة الطبيعية.



شكل رقم (1) : الدورة الديموجرافية

الهجـــــرة

تعرف الهجرة بأنها انتقال للسكان من منطقة جغرافية إلى أخري وقد تكون الهجرة داخلية وهي التي تتم من منطقة إلى أخري داخل نفس الدولة كالهجرة من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية أو الهجرة من جنوب البلاد إلى شمالها بحثاً عن فرص عمل أو بحثاً عن أسباب الراحة والخدمات التي توفرها المدن. وقد تكون الهجرة خارجية وهي التي تتم من دولة إلى أخري. وقد تكون الهجرة مؤقتة حيث يقضى المهاجر فترة زمنية معينة ثم يعود إلى مكان إقامته الأصلي أو إلى موطنه الأصلي. أو تكون الهجرة موسمية حيث ينتقل العمال من شمال أفريقيا إلى البلاد الأوروبية للاشتراك في جمع محصول العنب مثلاً ثم يعودون إلى بلادهم الأصلية بعد انتهاء موسم الحصاد أو انتقال العمالة المكسيكية إلى الولايات المتحدة للمساعدة في جمع المحاصيل ثم العودة مرة أخري إلى المكسيك، وأخيراً قد تكون الهجرة دائمة حيث يترك المهاجر وطنه الأصلي ليستقر في مكان آخر بصفة نهائية.

هذا وتتوقف الهجرة علي عوامل متعددة أهمها ما يعرف بعوامل الجذب وعوامل الطرد حيث تعمل عوامل الجذب علي جذب المهاجرين إلى مكان ما وتعمل عوامل الطرد ضد عوامل الجذب إي تساعد في طرد السكان من مكان ودفعهم دفعاً إلى الهجرة إلى مكان آخر أكثر جاذبية. وقد تشمل عوامل الجذب توافر فرص جيدة للعمالة أو أجور ومرتبات أعلى أو خدمات تعليمية وصحية أفضل أو ظروف بيئية ومناخية أفضل. ومن الممكن أن تكون عوامل الجذب والطرد عوامل نسبية مما يؤدي إلى أن يجتذب المكان الواحد

بعض الناس فيأتون إليه مهاجرين وفي نفس الوقت يخرج منه آخرون مهاجرون إلى غيره من الأماكن. فمثلاً قد يهاجر أناس من دولة أوروبية مثل إنجلترا أو فرنسا إلى الولايات المتحدة الأمريكية وفي نفس الوقت يهاجر أناس من دولة في شمال أفريقيا إلى فرنسا ولذلك يجب أن يحسب الفرق بين عدد القادمين إلى مكان ما وعدد المغادرين من نفس المكان حتى نحصل علي ما يعرف بالهجرة الصافية.

وقد تكون الهجرة اختيارية أي تتم وفقاً لرغبة الناس ومبادراتهم الفردية سعياً وراء ظروف أفضل. ومن الممكن أن تكون الهجرة إجبارية أي تتم بواسطة قوة خارجية أو ظروف خارجية قاهرة مثل اللاجئين الفارين من ظروف الحرب والدمار في فلسطين عام ١٩٤٨ مثلاً أو التهجير الإجباري الذي تقوم به بعض الدول تنفيذاً لسياسات معينة كأن يتم تهجير مجموعة عرقية معينة في إطار ما يعرف بالتطهير العرقي أو يتم إخلاء منطقة معينة من سكانها للقيام بمشروع قومي أو للدفاع الوطني ضد قوى خارجية.

وتعد الهجرات الخارجية الآتية لدول الخليج العربي من القضايا المهمة حيث تشكل دول المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة والكويت وقطر والبحرين وسلطنة عمان مناطق جذب للعمالة الوافدة من دول آسيوية وعربية أخري نظراً لتمتع تلك الدول الخليجية بعوائد بترولية ضخمة وكذلك لضخامة مشاريعها الإنمائية وحاجتها الكبيرة للعمالة. وبالنظر إلى أن معظم دول الخليج العربي ذات أحجام سكانية صغيرة، فقد أدت هجرة العمالة إليها إلى آثار اقتصادية واجتماعية وديموجرافية كبيرة في الدول المستقبلة (دول الخليج) وكذلك في الدول المرسلة. هذا وتأتى معظم العمالة الوافدة إلى دول الخليج من دول عربية فقيرة نسبياً وتعانى من وفرة سكانية مثل مصر والسودان وكذلك من دول آسيوية مثل الهند وباكستان وبنجلادش وأفغانستان والفلبين.

الهرم السكاني

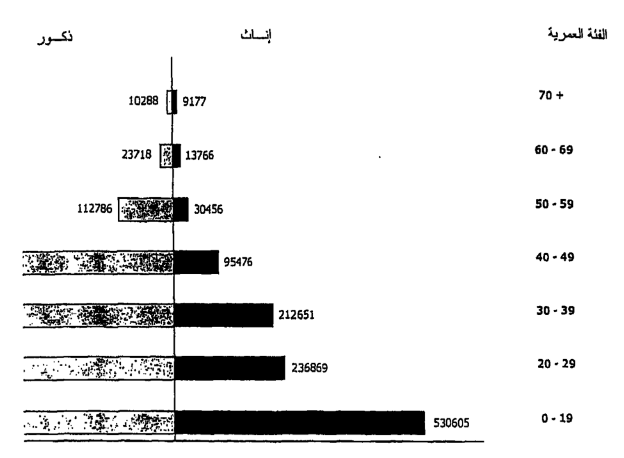
من المفيد دراسة التركيب العمري للسكان وكذلك التركيب النوعي للحصول علي مؤشرات هامة وضرورية لعملية التخطيط الاقتصادي والاجتماعي. ويقصد بالتركيب النوعي توزيع السكان وفقاً للفئات العمرية المختلفة فقد يهتم المخطط بمعرفة أعداد السكان في سن التعليم مثلاً حتى يمكن التخطيط للمنشآت التعليمية أو يهتم واضع السياسة الصحية بعدد السكان في فئات عمرية متقدمة في السن نظراً للاحتياجات الصحية الخاصة بتلك الفئات. أما التوزيع النوعي للسكان فيقصد به توزيع السكان بين الذكور والإناث حيث يمكن أن تفيد بيانات التوزيع النوعي للسكان في معرفة الاحتياجات الاستهلاكية لفئات المجتمع وكذلك تفيد بيانات التوزيع العمري والتوزيع النوعي في معرفة عدد الشباب الذي يمكن أن ينضم لخدمات الدفاع الوطني مثلاً.

إن الهرم السكاني هو شكل بياني يوضح تركيب السكان في دولة ما وفقاً للتوزيع العمري وكذلك وفقاً للتوزيع النوعي، ويوجد في أسفل الهرم مقياس يوضح أعداد السكان وعادة يكون توزيع الإناث في الناحية اليمنى للهرم أما توزيع الذكور فيكون في الناحية اليسرى من الهرم وتكون نقطة الأصل أو الصفر في

منتصف الهرم. أما التوزيع العمري للسكان أي توزيع السكان وفقاً للفئات العمرية المختلفة فيوضح على المحور الرأسي للهرم.

ويوضح شكل رقم (2) الهرم السكاني لإجمالي السكان في دولة الإمارات العربية المتحدة لعام 2001 حيث يلاحظ أن ٣٩% من عدد السكان تقل أعمارهم عن 19 سنة أي أن المجتمع الإماراتي مجتمع شاب تكثر فيه الفئات العمرية الشابة. ويلاحظ أن الهرم يميل إلى عدم الانتظام بشكل لافت للنظر في المراحل العمرية ٢٠ - ٥٩ سنة حيث يغلب الذكور على الإناث كثيراً.

شكل رقم (2) الهرم السكاني لدولة الإمارات العربية المتحدة لعام 2001



المصدر: اعتمد على بيانات وزارة التخطيط بدولة الإمارات العربية المتحدة .

ويعزى ذلك بطبيعة الحال إلى الهجرة الوافدة من الدول الآسيوية والدول العربية الأخرى حيث تغلب على تلك الهجرات أن تكون هجرات للذكور بحثاً عن فرص عمل في دولة الإمارات العربية المتحدة. فغالباً ما يترك رب الأسرة زوجته وأولاده في موطنه الأصلي. فمثلاً الفئة العمرية ٣٠ - ٣٩ سنة نجد أن عدد الذكور بها يبلغ ٦٧٠,٤٣٠ بينما يبلغ عدد الإناث ٢١٢,٦٥١ أي أن عدد الذكور يبلغ ما يزيد عن ثلاثة أمثال عدد الإناث في تلك الفئة العمرية. ومن الطبيعي أن تميل نسبة الذكور إلى الإناث في مجتمع ما إلى التعادل أي أن أي مجتمع يميل إلى أن يتكون نصفه من الذكور ونصفه الآخر من الإناث ومن ثم فإن التفسير الوحيد لذلك الخلل الضخم في الهرم السكاني هو العمالة الوافدة التي تميل في معظمها إلى أن تكون من الذكور.

نظريات النمو السكاني

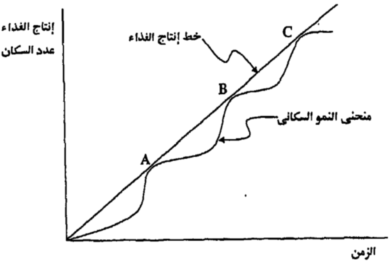
تعد نظرية مالتس من أكثر نظريات النمو السكاني شيوعاً وهي النظرية التي صاغها في نهاية القرن الثامن عشر عالم الاقتصاد الإنجليزي مالتس **Malthus** وتقوم النظرية علي أنه لكي يستمر السكان في المعيشة يجب أن يتوافر لهم حد أدني من لوازم الحياة يعرف بحد الكفاف وإذا لم يتوافر ذلك الحد الأدنى فإن النمو السكاني يؤدى إلى وضع غير مرغوب فيه. وذكر مالتس أن نمو السكان يخضع لقانون المتوالية الهندسية (١، ٢، ٤، ٨، ...) بينما يخضع نمو الغذاء لقانون المتوالية الحسابية (١، ٢، ٣، ٤، ..) أي أن الطبيعة محدودة في قدرتها على إنتاج الغذاء بينما قدرة الجنس البشري علي التكاثر لا يحدها إلا الإنسان نفسه وبالتالي فإنه يجب وجود موانع[1] تحد من النمو السكاني وتجعله متماشياً مع القدرة على إنتاج الغذاء وتتمثل تلك الموانع في:

١- موانع إيجابية وهي تلك الخاصة بالحروب والكوارث الطبيعية وانتشار الأوبئة والمجاعات مما يعوق النمو السكاني.

٢- موانع سلبية وهي تلك التي تهدف إلى الحد من الإنجاب مثل تأخير سن الزواج.

ومن شأن تلك الموانع أن يظل النمو السكاني مقيداً بقدرة الإنسان علي إنتاج الغذاء كما يوضح الشكل رقم (3).

[1] مصطفى الشلقاني – طرق التحليل الديموجرافي – جامعة الكويت – الطبعة الثانية - 1994



شكل (3) : نظرية مالتس في النمو السكاني

يتضح من الشكل رقم (3) أن إنتاج الغذاء يمثل بخط مستقيم وهو ما يعكس المتوالية الحسابية أما النمو السكاني فإنه يكون علي شكل منحنى محدب تجاه المحور الأفقي (محور الزمن) وهو ما يعكس زيادة عدد السكان بمتوالية هندسية أو زيادة عدد السكان بمعدل متزايد. ولكن الموانع الإيجابية والسلبية التي تحدث عنها مالتس تعمل على إعاقة النمو السكاني ومنعه من الاطراد عند نقط مثل A ، B ، C بحيث يظل دائما النمو السكاني مقيداً بقدرة البشر على إنتاج الغذاء.

وعلي الرغم من بعض أوجه القصور في نظرية مالتس إلا أنها ساعدت علي الاهتمام بقضايا السكان والتنمية الاقتصادية وضرورة العمل علي التوازن بين السكان والموارد. ولعل أهم أوجه القصور في نظرية مالتس إغفالها لإمكانيات التقدم العلمي والتكنولوجي في مجال إنتاج الغذاء حيث يمكن إنتاج كميات وفيرة من الغذاء باستخدام الأساليب العلمية الحديثة وهو ما حدث في بلد ضخمة السكان مثل الهند حيث أصبحت مكتفية ذاتياً من الحبوب بفضل ما يعرف بالثورة الخضراء. والآن تمثل الهندسة الوراثية أملاً كبيراً لإمكانيات كبيرة لإنتاج الغذاء من قاعدة مورديه محدودة. وكذلك يعاب علي نظرية مالتس إغفال القدرة على تطوير موانع اجتماعية مقبولة لتنظيم الأسرة والحد من معدلات الإنجاب.

وفي المقابل لنظرية مالتس في النمو السكاني فإن هناك ما يعرف بالمدرسة الاجتماعية للنمو السكاني وهي تلك التي تعطي أهمية كبيرة لقدرة الإنسان على التحكم في النمو السكاني من خلال المؤثرات المؤسسية مثل الدين والتشريعات والتقدم الصحي وكذلك من خلال المؤثرات الاجتماعية والثقافية. وتهتم تلك المدرسة بمتغيرات مثل القيمة التي تعطيها الأسرة لوجود الأطفال وتأثير عمل المرأة وكذلك القدرة

علي التحكم في معدلات الإنجاب باستخدام الوسائل الطبية الحديثة. وعموماً يتوقف معدل الإنجاب علـــي العوامل التالية:

عدد الزيجات، سن زواج المرأة، معدل الطلاق، الصحة الإنجابية، استخدام وسائل تنظـيم الأســرة، الظروف الاقتصادية، التأثيرات الدينية والثقافية، مستوى التعليم، السياسات الحكومية. هذا ويمكن دراســة العلاقة بين السكان من ناحية وبين الموارد الاقتصادية من ناحية أخري بالرجوع إلى ما يســمى بالكثافــة السكانية والتي تأخذ أنماطاً مختلفة وفقاً لطبيعة السكان وكذلك وفقاً لطبيعة الموارد الاقتصادية كما يلي:

١- الكثافة السكانية الإجمالية وهى عبارة عن خارج قسمة عدد السكان علي مساحة الرقعة الجغرافية سواء أكانت دولة أم إمارة أم مدينة فإذا كان عدد سكان دولة الإمارات العربية المتحدة٣,٥ مليون نسمة وتبلغ مساحة الدولة ٨٣٦٠٠ كيلو متر مربع فإن الكثافة الســكانية الإجماليــة فــي دولــة الإمارات يمكن حسابها كما يلي:

$$\text{الكثافة السكانية} = \frac{\text{عدد السكان}}{\text{المساحة}} = 41.8 \text{ نسمة / كم}^{٢}$$

٢- الكثافة السكانية الصافية وهى عبارة عن خارج قسمة عدد السكان علي المساحة المأهولة بالسكان فقط، وبالتالي فهي أكثر تعبيراً عن مدي اكتظاظ أو ازدحام الناس في الكيلــومتر المربــع مــن المساحة المأهولة. فإذا كان علي سبيل المثال عدد سكان مصر حالياً نحو ٧٠ مليون نسمة وتبلــغ المساحة الإجمالية لمصر نحو مليون كيلو متر مربع فإن الكثافة السكانية الإجمالية في مصر تكون ٧٠ نسمة للكيلو متر المربع بينما المساحة المأهولة بالسكان تصل إلى نحو ٥٠٠٠٠ كيلو متر مربع وبالتالي فإن الكثافة السكانية الصافية يمكن حسابها كما يلي :

$$\text{الكثافة السكانية الصافية} = \frac{\text{عدد السكان}}{\text{المساحة المأهولة بالسكان}} = 1400 \text{ نسمة / كم}^{٢}$$

٣- الكثافة السكانية الزراعية وهي عبارة عن خارج قسمة عدد السكان المشتغلين بالزراعــة علــي المساحة الزراعية الإجمالية في بلد ما أو منطقة جغرافية معينة.

هذا ويمكن تصنيف العلاقة بين السكان والموارد إلى ثلاث حالات وهي:

١) الخفة السكانية

٢) الاكتظاظ السكاني

٣) الحجم الأمثل للسكان.

وبطبيعة الحال فإن تلك العلاقة ديناميكية وتتغير من مجتمع إلى آخر وكذلك تتغير داخل المجتمع نفسه وفقاً لتغير الظروف الديموجرافية والاقتصادية والهجرة الداخلية والخارجية.

الخفة السكانية Under Population

وهى توصيف للعلاقة بين السكان والموارد عندما يكون عدد السكان في مجتمع ما أو منطقة ما أقل من العدد المطلوب لتنمية الموارد في ذلك المجتمع أو في تلك المنطقة. فمن المعروف أن المناطق الجديدة في أمريكا وفي أستراليا اجتذبت موجات كبيرة من الهجرة الخارجية للإسهام في تنمية تلك المناطق وكذلك الحال في دول الخليج العربي التي اجتذبت أعدادا كبيرة من المهاجرين للمساعدة في برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية في تلك الدول بعد اكتشاف النفط وتوافر القدرات المالية اللازمة لتمويل تلك البرامج الطموحة، بشكل عام فإن الدول التي تعانى من خفة سكانية تسعي إلى تشجيع الإنجاب.

الاكتظاظ السكاني Over Population

يحدث الاكتظاظ السكاني عندما تكون قاعدة الموارد المتاحة أقل من الموارد البشرية المتوافرة في منطقة ما أو في مجتمع ما أي عندما لا يكون هناك توازن بين الموارد والسكان وقد ينشأ ذلك من تركز السكان في منطقة ما أو من قلة الموارد الاقتصادية المتاحة. وغالباً ما يؤدي الاكتظاظ السكاني إلي تدهور في مستويات المعيشة وكذلك إلى العديد من المشاكل الاجتماعية والبيئية. ويعانى الكثير من دول جنوب شرق آسيا وكذلك بعض الدول الأفريقية من الاكتظاظ السكاني. وتكون مناطق الاكتظاظ السكاني مناطق طاردة للسكان وتعمل الهجرة علي تخفيف وطأة التزاحم السكاني في تلك الدول.

الحجم الأمثل للسكان Optimum Population

هو الحجم الذي يحقق التوازن المنشود بين عدد السكان من ناحية وبين قاعدة الموارد من ناحية أخري مما يؤدي إلى تحقيق أفضل مستوى معيشة للسكان. وتحاول الدول الوصول إلى ذلك الحجم الأمثل من خلال اتباع سياسات معينة قد تشجع على الهجرة إلى تلك الدول أو تشجع على زيادة معدلات الإنجاب إذا كان حجم السكان أقل من الحجم الأمثل. والعكس صحيح حيث يمكن أن تساعد السياسات الحكومية الرامية إلى تنظيم الأسرة وكذلك إلى تشجيع الهجرة إلى خارج البلاد وإلى توسيع قاعدة الموارد الاقتصادية في الدول عن طريق تنمية الصحراء مثلاً إلى تحقيق نوع من التوازن بين طرفي المعادلة أي بين السكان والموارد. وبالطبع فإن الحجم الأمثل للسكان مفهوم ديناميكي يتغير من ظرف لآخر فربما كانت ليبيا قبل اكتشاف البترول تعانى من الاكتظاظ السكاني بينما أدى اكتشاف البترول والحاجة إلى التعمير إلى أن أصبحت ليبيا تعانى من خفة سكانية.

٢-٢ محدودية الموارد الطبيعية

لقد بدأ الإنسان باستخدام الموارد الطبيعية المعدنية وغيرها من الموارد بنهم بعد بدء الثورة الصناعية، ليزداد بشكل كبير في النصف الثاني من القرن العشرين بعد الزيادة الكبيرة في عدد السكان والتقدم التكنولوجي الهائل، حتى أوشك الكثير منها على النضوب. ولم ينجح الإنسان حتى الآن في إنتاج البدائل التي توازي النقص الكبير في الموارد الطبيعية المستنزفة، كما أن قدرة الإنسان على التكيف مع البيئات الجديدة في ظل التقدم الحضاري ليست سهلة فحتى الآن لم تستطع التكنولوجيا الحديثة التغلب على بعض مشكلات البيئة مثل عدم استقرار المناخ و التلوث. كما أن الإسراف في استهلاك الموارد لن يمر دون متاعب صعبة قد تهدد بقاء الإنسان على الأرض.

لقد اصبح للموارد الاقتصادية أهمية كبري نتيجة لتعدد حاجات الإنسان وتعقدها ، فهي بلا شك من أهم أساسيات العصر الصناعي الحالي ، وعماد الحضارة الآتية، لقد أصبحت معظم الدول في العالم تجد صعوبة في توفير ما تحتاج إليه من سلع، بل إن بعضها يعاني من نقص شديد في العديد من السلع ، ويرجع ذلك إلى:

- تزايد الحاجات وتعددها والي التقدم والتطور الذي شهده العالم منذ الثورة الصناعية.
- نفاد بعض مصادر الإنتاج ونضوبها.

٢-٢-١ محدودية الموارد الطبيعية الحية

علي الرغم من أن الغابات من الموارد المتجددة إلا أنها تتعرض للخطر، فقد تقلصت مساحتها منذ بداية القرن العشرين وحتى الآن أكثر من النصف، وهذا يعني أن معدل اجتثاث الغابات أكثر من معدل تجددها. وهذا لا يعني أيضاً فقط نقص المواد الأولية لصناعة الورق والأخشاب بل إفقاد الحيوانات لمواطنها وتعرض المناطق المجاورة للغابات للسيول وجرف التربة.

وبالنسبة للأحياء الحيوانية سواء كانت برية أم بحرية فإنها تتعرض للانقراض نتيجة التلوث والصيد الجائر، ففي القرن العشرين انقرضت عشرات الأنواع من الطيور والثدييات.

كما أن التربة تتعرض للانجراف والتلوث والتملح والتشبع بالماء نتيجة الاستخدام السيئ للأراضي وعدم اتباع الدورات الزراعية وغير ذلك مما يؤدي إلي تدهور خصوبتها وخروجها من الإنتاج الزراعي وبالتالي انقراض أنواع كثرية من النباتات.

والإخلال بتوازن البيئة الطبيعية يعد نتيجة لزيادة عدد السكان واستنزاف الموارد والتلوث. وزيادة عدد السكان بشكل كبير تشكل ضغطاً على الموارد واستهلاكها، وطرح المزيد من المخلفات الصناعية والبشرية بمختلف أنواعها. وكما سمعنا وقرأنا عن غابات تم القضاء عليها وبحيرات وأنهار ماتت أو تحتضر وتصحر يبتلع الأراضي الخصبة، الخ.

وليس غريباً أن نسمع عن تغيرات مناخية وعن ثقب في غلاف الأوزون وازدياد نسبة الأمراض السرطانية والتنفسية وأمراض الحساسية وغيرها الكثير. فقد استطاع الإنسان في النصف الثاني من القرن العشرين إدخال الكثير من الملوثات غير المعروفة للبيئة سابقاً أو أسهم بزيادة بعض الملوثات المعروفة للبيئة بحيث أصبحت هذه الملوثات مجتمعة تشكل خطراً حقيقياً على البيئة الحيوية وتهدد وجود الإنسان ذاته. ويجب أن يرجع الإنسان إلى رشده ويدرك أن البيئة ذات قدرة استيعابية وتجديدية محدودة ولا تستطيع أن تتحمل التعديات البشرية اللامسؤولية. وإذا بقي الإنسان لا يرى إلا الأرباح والفوائد الاقتصادية في البيئة فعليه أن ينتظر اليوم الذي لا يجد فيه مكاناً نظيفاً للاستجمام و الراحة ولا هواءً عليلاً يتنفسه ولا ماء سلسبيلا يشربه ولا طعاماً صحياً يأكله.

٢-٢-٢ صيانة الموارد الحية (المتجددة)

تهدف صيانة الموارد الحية إلى الحفاظ على النظم البيئية من التدهور والاستنزاف، وذلك باستغلال الموارد التي تعتمد عليها استغلالاً يحافظ على استدامتها لكي تظل تعطي بصفة دائمة. وكذلك حماية التنوع الوراثي للكائنات الحية.
ويمكن باختصار أن نوجز المطلوب لصيانة الموارد الحية فيما يلي:

- صيانة الدورات البيئية ونظم استمرار الحياة

إن الدورات البيئية تحفظ للغلاف الحيوي ديناميكيته وللبيئة استدامتها، مثل دورة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الطبيعة والعمليات المتعلقة بتكوين التربة وتدوير المواد الغذائية فيها، وصيانة النظم البيئية للنبات والحيوان والكائنات الحية الدقيقة التي تتفاعل مع عناصر البيئة الفيزيائية. وهذه النظم تحتفظ باتزانها مادامت لم يطرأ عليها تغيير بفعل الإنسان. إن تدخل الإنسان يجعل هذه النظم عاجزة عن استعادة اتزانها الطبيعي، ومن ثم فإن صيانة هذه العمليات ضرورية للحفاظ على النظم البيئية.

- استغلال النظم البيئية والسلالات النباتية والحيوانية بما يكفل لها طول البقاء

يتحقق ذلك بالاستخدام العاقل الرشيد المتوازن لهذه النظم بما يسمح لها أن تتجدد ولا تتبدد بفعل الأنشطة البشرية. ولهذا أهمية كبرى، ليس فقط للمجتمعات التي يقوم اقتصادها المعيشي على الموارد الطبيعية سواء صيد البحر أو البر أو الرعي أو الزراعة أو قطع الأخشاب، ولكن أيضاً وعلى نطاق أوسع للمجتمعات التي يقوم اقتصادها واستغلالها للموارد على قاعدتها الأساسية وهي النظم البيئية. فإذا ما استغلت هذه الموارد استغلالاً هدمياً لا يسمح بتجددها، فإن العالم سواء في الدول النامية أو المتقدمة سيواجه بمشكلات حرجة سواء في مجال إنتاج الغذاء أو الدواء أو المواد الأولية اللازمة للصناعة.

- المحافظة على التنوع البيولوجي وعلى تنوع الأجناس الوراثية النباتية والحيوانية

إن التنوع البيولوجي يعتبر أمراً ضروريا للمحافظة على استمرار فرص الاختيار أمام الإنسان في الحاضر والمستقبل. كما أن هذا التنوع يعتبر أساسياً لتحسين إنتاج الغذاء والمواد الخام النباتية اللازمة للصناعة، وذلك من خلال برامج تهجين سلالات جديدة لها خاصية مقاومة الظروف البيئية أو توفير إنتاجية أكبر من المحاصيل.

٢-٢-٣ نضوب الموارد المعدنية في العالم

فيما يتعلق بالوقود الإحفوري (البترول والغاز الطبيعي والفحم الحجري) فإن قابليته للتجدد طويلة الأجل وبعد الثورة الصناعية زاد الاستهلاك من الفحم الحجري بشكل كبير، إلا أنه منذ اختراع محرك الاحتراق الداخلي فقد زاد الطلب على البترول وفاق استخدام الفحم الحجري لأنه يتميز عنه بعدة صفات كارتفاع الطاقة الحرارية وسهولة نقله واستخدامه وتخزينه وقلة تكاليف استخراجه عن الفحم الحجري.

وفى الفترة الحالية بدأ ارتفاع استخدام الغاز الطبيعي لرخصه وسهولة نقله وكونه أقل تلويثاً للبيئة من البترول والفحم. وتؤكد التقارير أن عمر البترول قد أوشك على النفاد في كثير من البلدان المنتجة وهذا يستدعي إيجاد بدائل والبعض يري أن البديل هو العودة للفحم الحجري لأن مخزونه أكبر من البترول نسبياً. أو الاعتماد على الطاقة النووية، والبعض الأخر يعلق آمالاً على الطاقة المتجددة (طاقة الشمس و الرياح والماء والمد والجزر وطاقة الحرارة الأرضية). لذلك لابد من تنويع الطاقة وفى المستقبل المنظور ليس هناك أمل كبير في إيجاد بديل للبترول، خاصة لأنواع الطاقة المقترحة. ويزداد الطلب على الطاقة والمعادن بازدياد عدد السكان في العالم وتحسن مستوى الدخل وتحول جزء من الدول النامية إلى دول تعتمد على التصنيع تدريجياً.

أما فيما يتعلق بالموارد غير المتجددة كالمعادن فإن حاجة الإنسان إليها في تزايد مستمر وأصبح يتزايد استخدامها بسرعة تكاد تبلغ ثلاثة أمثال سرعة ازدياد السكان وقد أوشك الكثير منها على النضوب فكثير من دول العالم كانت تصدر بعض المعادن أصبحت الآن تستورده. وتجري الآن محاولات لإيجاد بدائل للمعادن بعد التأكد من أن بعضها قريب النفاد. والبعض يعلق آمالاً على تطور التكنولوجيا التي تمكن من استثمار الخامات القليلة التركيز، وترتفع الدعوات لترشيد الاستهلاك وإعادة استخدام المعادن الخردة.

لقد امتاز هذا القرن بتطور ملحوظ في المجال الصناعي والتكنولوجي، وصاحب ذلك زيادة سريعة في استهلاك المواد الخام بمختلف مواردها. لذا أصبحت مشكلة نفاد الثروات المعدنية في العالم من المشاكل الحساسة.

بالنسبة لزيادة عدد السكان وهو من أهم أسباب نفاد الثروات المعدنية في العالم، فمن الحقائق المهمة أنه في عام ١٩٣٠م كان معدل النمو السكاني حوالي ١,١ % سنويا، ولكنه قفز في عام ١٩٦٠م إلى ٧,١ % سنوياً، ثم انخفض ثانية ووصل في عام ١٩٩٥م إلى ٢ %. ويتوقع أن يقفز العدد إلى ٨ بليون نسمة في عام ٢٠٠٥ م. مثال ذلك الوطن العربي، فقد بلغ تعداد السكان في الآونة الأخيرة حوالي ٢٥٠ مليون نسمة، ولكن التوقعات تقول إن التعداد بعد حوالي ٢٠ سنة أي عام ٢٠٢٥م سوف يصل إلى ٧٥٠ مليون نسمة. والملاحظ أن العدد سوف يتضاعف ثلاث مرات، فهل تتضاعف إمكانيات الوطن العربي بنفس المعدل؟ هل نبني من المدن و القرى والمستشفيات والمدارس والطرق ما يقارب ثلاثة أضعاف ما بنيناه وما نملكه في الوقت الراهن؟

إن هذا التزايد السريع في عدد سكان العالم يؤدي إلى الاستهلاك السريع، وإلي تقليل موارد الأرض الطبيعية، واستنزافها. لقد وُجد أنه مع التقدم الحضاري تزداد معدلات استغلال العالم لخاماته المعدنية، وثرواته الطبيعية، حتى إنه يقال: إنه في عام ٢٠٠٥ م سوف تكون جميع العناصر الفلزية وعددها ٦٨ عنصراً مستخدمة علي نطاق واسع. فإنتاج الثروات المعدنية يتزايد بسرعة مقابل التجدد البطيء أو المنعدم تقريباً وهناك فريق من الباحثين يري أن مصادر الخامات المعدنية في العالم لن تكفي أكثر من فترة الخمسين سنة القادمة تقريبا، حيث استهلكت أمريكا وحدها نحو ٤٠% من إنتاج العالم من الألمونيوم، و٣٠% من النحاس، و٢٤% من إنتاج البترول، و٢١% من إنتاج الفحم، واستهلكت خلال الثلاثين عاماً الأخيرة من الخامات المعدنية والوقود أكثر من استهلاك العالم أجمع منذ بدء التاريخ.

تُعد الثروات المعدنية التي تعتمد عليها الحضارة البشرية المعاصرة موارد غير متجددة. أي أنها تنضب فور استغلالها، لذا يجب تنظيم استغلالها، فخامات الحديد المعروفة لا تكفي الأسواق العالمية بمعدل استهلاكها الحالي إلا لمدة ٢٠٠ عام فقط، وكذلك النحاس سيغطي الاحتياجات العالمية بمعدل الاستهلاك الحالي لمدة ٤٥ سنة، وكميات الرصاص المعروفة حالياً تكفي ٣٣ سنة، أما الكروم فسيغطي حاجة الأسواق العالمية بمعدل استهلاكها الحالي لمدة ٥٠ عاماً تقريباً، أما احتياجات النفط المؤكدة فإنها لا تكفي بمعدل استهلاكها الحالي أكثر من ٢٩ عاماً والفحم ٢٢٦ عاماً والغاز ٥٠ عاماً واليورانيوم ٥١ عاماً.

وعلي الرغم من هذا، فليس هناك ما يدعو إلى الخوف علي مستقبل الحضارة البشرية المعتمدة أساساً علي الموارد الطبيعية بسبب أنه مازالت هناك أماكن واسعة علي سطح الأرض لم يتم مسحها جيولوجياً، واستطاعة الإنسان إعادة استعمال بعض المعادن الخردة عن طرق صهرها وإعادة تشكيلها.

٢-٢-٤ أهمية الثروات المعدنية

لا شك أن الحضارة الحالية تعتمد اعتماداً كبيراً علي المعادن، فالمعادن تشكل العمود الفقري لهذه الحضارات التي يعيشها الإنسان، فالنفط يدخل في تركيب معظم الأشياء التي يستهلكها في منزله، وكذلك الطاقة الكهربائية من راديو وتلفاز، ففي حياتنا وبيوتنا تدخل المعادن في كل ركن من مواد بناء المنازل، وإلي الطاقة، وإلي الضوء، و إلي الحرارة و التكييف، ووسائل المواصلات والنقل والملابس، والأصباغ، والمعلبات، والطائرات ووقودها. إن كل شئ تقريباً يعتمد اعتماداً كبيراً علي المعادن، حتى ملاعق الطعام وحشو الأسنان والذهب، .. الخ. فهل يشكل نمو السكان في دول العالم الثالث ضغطاً علي الموارد الطبيعية؟ حيث يتوقع أن يكون سكان العالم سنة ٢٠٠٥م ٨ بليون نسمة، منهم تقريباً ٥ بليون في البلاد النامية فالعالم الثالث (باستثناء الدول المصدرة للنفط) يضم حوالي٧٠% من مجموع السكان، ولكنه لا يتمتع إلا بحوالي ١١% فقط من الإنتاج العالمي الإجمالي، أي أن العالم الثالث لا يستهلك غير ما يقرب من ٠,١ % من موارد العالم وقد يكون استخدامه للموارد غير المتجددة ليس مشكلة عالمية، بل هي مشكلة إقليمية، فالزيادة في الدول الغنية هي التي تشكل ضغطاً علي موارد العالم بسبب أساليب الاستغلال في الدول الغنية التي يصل فيها الاستهلاك إلى ٨ أضعاف ما تستهلكه الزيادة في سكان العالم الثالث.

الحلول المقترحة لمشكلة نضوب الموارد المعدنية

١- تطوير طرق استخدام خامات الفلزات التي لا تنضب أو الشائعة لتخفيف الضغط علي الخامات التي تنضب.
٢- تشجيع البحث العلمي للكشف عن أماكن جديدة للخامات المعدنية.
٣- إعادة النظر في طرق استخدامنا للخامات، وذلك بترشيد استخدامها.
٤- تشجيع البحوث العلمية التي تجري لإيجاد بديل لبعض الخامات مثل البلاستيك والألياف الصناعية لتحل محل الحديد والألمونيوم وغيره.

لاشك أن العامل المشجع والأساسي لمقابلة خطر نضوب الخامات الاستراتيجية في العالم هو إيجاد البديل، مثال ذلك خامات اليورانيوم والثوريوم تحل محل الفحم والبترول علي أنها مصدر قوي ومناسب للطاقة، وكذلك إجراء الأبحاث علي الطاقة الشمسية، واستغلال طاقة الرياح.

توزيع الثروات المعدنية في العالم والصراع السياسي عليها

يخضع توزيع الثروة المعدنية في العالم لعوامل جيولوجية ليس للإنسان دخل فيها، فهي هبة من الخالق سبحانه وتعالي، وتوزيع الثروات المعدنية في العالم لا يسير بطريقة متساوية، فالدول الغنية في خام معين، نجدها فقيرة في خام آخر، لذلك نجد أن الكثير من الدول الصناعية مثل الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا واليابان وإنجلترا وروسيا تعتمد علي استيراد كميات كبيرة من الخامات المعدنية من الدول الأخرى. ففي الوقت الذي نجد فيه أمريكا تنتج حوالي ٤٥% من فحم العالم، ٣٠% من الحديد، ٢٠% من النحاس، ٥% من خامات الفوسفات، وكميات أخري من الزنك والكبريت والرصاص، نجد أنها تستورد كميات متفاوتة من الكروم، والنيكل، والمنجنيز، والمايكا المستعمل في الصناعة، وغيرها من الموارد التي تفتقر إليها وتحتاجها من حيث كونها مواد ضرورية لمصانعها. لقد كانت الثروات المعدنية سبباً في كثير من الحروب التي نشبت بين الدول، وغالباً ما أدي ذلك إلى استعمار بلاد بكاملها، بل لعل من أسباب التضامن بين بعض الدول الضعيفة والقوية وعدم الوفاق بين الدول الكبرى، هو تنافسها في بسط نفوذها وقبضتها علي الدول الصغرى التي تتوافر فيها الخامات المعدنية. فعلى سبيل المثال الكونغو غنية بخامات اليورانيوم، و روديسيا بها أغني مناجم النحاس، ودول الشرق الأوسط تحوي أراضيها علي أكبر احتياطي من البترول في العالم. هذه بعض الأمثلة الحية التي توضح مشاكل الدول الصغيرة التي تحتوي أراضيها علي ثروات معدنية، حيث تتنافس الدول الكبرى علي بسط هيمنتها عليها تحت ستار حمايتها.

لذا فإن دراسة مصادر الموارد الطبيعية وكمياتها وتوزيعها علي الرغم من أنه أحد فروع الجيولوجيا – يشمل الكثير مما يهمنا جميعاً في الحاضر وفي المستقبل، بل وحتى معرفة الحضارات الماضية. بالإضافة إلى أنه سيعطي فهماً لخطورة الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والسياسية والعسكرية الناتجة عن الصراع علي الأنواع المختلفة من الموارد الطبيعية.

زيادة الاهتمام بقضية صيانة الموارد الطبيعية على المستوى العالمي

إن هذا النمو في الوعي بالمخاطر البيئية قد دفع بالقضايا البيئية لأن تحتل مكانها في مقدمة المشكلات التي لا تعنى فقط المؤسسات الأكاديمية والعلمية أو الحكومات والهيئات المسؤولة عن صيانة الموارد، ولكن أيضاً دخلت دائرة الاهتمام بوسائل الإعلام، وأصبحت قضايا البيئة ذات أهمية كبرى على المستوي العالمي:

- ففي يونيو ١٩٧٢ عقد مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة البشرية Human Environment وتناول موضوعات حيوية مثل التنمية والبيئة والموارد.
- وفى عام ١٩٧٤ عقد مؤتمر الأغذية الدولي للأمم المتحدة في روما لتقديم وتقييم الوضع العالمي للغذاء في الحاضر والمستقبل. وقد ناقش المؤتمر مشكلة عدم إدراك الإنسان لأسرار التوازنات المادية الدقيقة بين الطاقات والإنتاجيات لمعظم الموارد الطبيعية المستخدمة في الإنتاج الزراعي. وناقش المؤتمر في دورته السابعة عشر هذه المشكلة. وانتهي إلى أن المشكلة البيئية الكبرى التي تواجه الزراعة والغابات ومصايد الأسماك لا تنحصر في مجرد تجنب تلويث البيئة، بل تمتد أيضاً إلى ضمان استدامة القدرة الإنتاجية للموارد الطبيعية الأساسية التي يقوم عليها الإنتاج الغذائي وذلك بفضل الإدارة الرشيدة وإجراءات صيانة الموارد.
- في عام ١٩٩١ تأسست مؤسسة عالمية ذات فاعلية كبيرة في الحماية والصيانة للبيئة، وهي هيئة للتسهيلات البيئية العالمية Global Environmental Facility (GEF) وهي تعرف "بمرفق البيئة العالمي" وهي تقوم بمد الدول النامية بالمنح والمزايا التمويلية للمشروعات و الأنشطة التي تحقق إنجازات علمية في المجالات الأربعة الآتية:
  - التهديد الذي يتعرض له التنوع البيولوجي
  - التغيرات المناخية
  - تلوث المياه الدولية
  - تآكل طبقة الأوزون

كما أن الأنشطة التي تقاوم تدهور الأراضي خاصة فيما يتعلق بالتصحر وإزالة الغابات على المستوي القومي تحظى أيضاً بالدعم التمويلي من "الجيف" (GEF).

إن المفهوم الواقعي في صيانة الموارد الطبيعية من التدهور والاستنزاف هو الذي تبنته الاستراتيجية العالمية للصيانة والذي يقضي إلى استغلال الموارد لما فيه منفعة الإنسان ولكن في نفس الوقت صيانتها من التدهور.

ومما سبق يتضح لنا أهمية تكامل ثلاثية "التنمية، البيئة، الإدارة" في تحقيق صيانة فعالة للموارد الطبيعية تكفل حمايتها من التدهور والاستنزاف والتدمير. فعند وضع الخطط الاقتصادية القائمة على استغلال الموارد الطبيعية ينبغي مراعاة الأبعاد البيئية والمردودات السلبية لهذه الخطط على الموارد. وهذا لا يتأتى إلا بإدارة رشيدة واعية للمخاطر التي يسببها الاستخدام الهدمي للبيئة. وبذلك تتحقق صيانة فعالة للموارد الطبيعية تطيل أمد عطائها لمقابلة الطلب المتزايد على السلع والخدمات بما يلبي حاجات الحاضر والمستقبل.

٣-٢ التنوع البيولوجي

يتسبب الإنسان في القضاء على كثير من النباتات والحيوانات في الطبيعة أو بمعنى آخر يتسبب في انقراضها. ويقدر أن هناك على الأقل عشرة أنواع تنقرض يومياً بسبب النشاطات البشرية. وقد يصل العدد قريباً إلى عدة مئات من الأنواع في اليوم الواحد.

لهذا السبب فإن الإقلال من هذا الفقد الهائل للتنوع البيولوجي على سطح الأرض، واستعادة الأنواع والبيئات التي استنزفت وألحق الضرر بها، يعتبر من المهام الضرورية والعاجلة التي تقع على عاتق البشر اليوم.

يعتبر الغلاف(المحيط) الحيوي **Biosphere** نعمة من نعم الله التي أفاض بها على عباده، ويعتبر مورداً طبيعياً متجدداً غاية في الأهمية لما له من دور كبير في استدامة الحياة على سطح الأرض. ونظراً لأنه مورد متجدد، كان يُعتقد أنه لا يتعرض للنفاد من خلال قدرته على التعويض أو التجديد. ولكن منذ النصف الثاني من القرن الماضي، بدأ الغلاف الحيوي ممثلاً في مكوناته المختلفة نباتية كانت أو حيوية، برية كانت أو مائية يعاني من تدهور واستنزاف واضح في قدرته وإمكاناته. ويمكن تعريف المحيط الحيوي بأنه الجزء من سطح القشرة الأرضية (يابس وماء) والجزء من الغلاف الجوي المحيط به الذي يمنح أو يتيح فرصة وجود أي شكل من أشكال الحياة، ومن ثم يتضمن المحيط الحيوي الكائنات الحية البرية من نباتية وحيوانية وفطريات، سواء كانت تعيش على اليابس أو في الماء أو في الهواء.

وأصبح تدهور الغلاف الحيوي يمثل مشكلة بالغة الأهمية والخطورة. وهي مشكلة – رغم أن العالم بدأ يدرك ويستشعر أبعادها البيئية الخطيرة – فإن قلة من الحكومات والمسؤولين هي التي تعي هذه الحقيقة وتعمل على مواجهتها والتصدي لها. فبينما الأغلبية تمارس ما يسمى "الشوفينية البيئية" – ويقصد بهذا المصطلح استغلال البيئة دون اعتبار لما يمكن أن يلحق بها من أذى – من منطلق الأنانية المطلقة، أو تتجاهل ما يحدث للمحيط الحيوي في غفلة من أمرها أو تحت وطأة الكثير من الأمور الحياتية الضاغطة والملحة مثل الأمن الغذائي والأمراض والبطالة والحروب وغيرها. وهي قضية تعكس قصر نظر هذه الحكومات وهؤلاء المسؤولين أو الرغبة في تحقيق مكاسب سريعة بغض النظر عن مردوداتها الضارة. إذ تشير التنبؤات إلى أنه إذا ما استمر معدل التدهور الحالي في التنوع البيولوجي قائما، فإن كارثة بيئية عالمية واقعة لا محال خلال نصف قرن على أكثر تقدير. ومن منطلق استشعار هذه الخطورة، فقد رفع البيئيون والمهتمون بصيانة وحماية التنوع البيولوجي شعار "أنقذوا المحيط الحيوي إذا أردتم الحياة الآمنة للأجيال الحالية والقادمة." وفى سبيل تحقيق ذلك دعت المنظمات العالمية المعنية (وتشمل الاتحاد الدولي لصيانة الطبيعة والموارد الطبيعية، وبرنامج الماب التابع لليونسكو، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة –

UNEP، والصندوق العالمي للحياة البرية ــ WWF) إلي وضع استراتيجية عالميــة لصــيانة المــوارد الطبيعية خاصة الموارد الحيوية أو التنوع البيولوجي. كما دعت هذه المنظمات إلى تكثيف الجهود علــى المستوى المحلي والإقليمي والعالمي للتوعية بأهمية التنوع البيولوجي وتنميته والمحافظة عليه.

ما هو التنوع البيولوجي؟

تتباين الحياة الطبيعية وفق تباين البيئات وخصائصها من العوامل المناخية والأرضية، فالكائنات التي تتواجد في البيئات الصحراوية غير التي تتواجد في البيئات الشمالية الباردة وغير تلك التي تتواجد علــي امتداد خط الاستواء وهكذا. وعادة ما يزداد تباين الكائنات الحية بوفرة المياه واعتدال درجــات الحــرارة وتوافر وسط خصب للحياة سواء كان ذلك تربة أو وسطا مائيا مناسبا. ويقصد "بالتنوع البيولوجي" مجمل التباينات بين الكائنات الحية في الوسط البيئي الواحد وفيما بين الأوساط البيئية المختلفــة، ويشــمل ذلــك التباين الذي تمثله الأنواع المختلفة، والاختلاف الوراثي بين أفراد النوع الواحد والتباين البيئي الذي تتواجد فيه هذه الأنواع وأفرادها المتشابهة وراثيا وتلك المختلفة. وبالرغم من أن "التنــوع البيولــوجي" يمثــل مصطلحا متعارفاً ومتفقاً عليه، إلا أن المقصود هو التباين بين الكائنات وليس نشوء الأنواع كما قد يبــدو من كلمة "تنوع". كما أن كلمة بيولوجي يمكن ترجمتها إلي كلمة "أحيائي"، وبذلك يمكن أن نقول "التبــاين الأحيائي" بدلا من التنوع البيولوجي.

إن معاهدة التنوع البيولوجي التي وقعت من قبل دول العالم في ريودي جانيرو بالبرازيل عام ١٩٩٢م حددت تعريف التنوع البيولوجي في المادة الثانية على النحو التالي:

" التنوع البيولوجي يعني التباين بين الكائنات الحية في كل البيئات: البرية والمائية وفي كل المركبات البيئيــة التي هي جزء منها بما في ذلك التباين بين الأنواع والأفراد والتباين في النظم البيئية."

وبالرغم من بعض الاختلاف في تعريف التنوع البيولوجي إلا أن الجميع متفق تقريباً علــى ضــرورة تفهم هذا التنوع والتباين الأحيائي والبيئي الهام، والمحافظة عليه والاستعمال الرشيد لمكوناتــه والمــوارد الطبيعية التي تدعم بقاءه.

٢-٣-١ الأهمية الاقتصادية والطبية للتنوع البيولوجي

لعل الأسئلة التي تطرح نفسها الآن هي:

- لماذا كل هذا الاهتمام بالمحافظة على الأنواع البرية للنباتات والحيوانات؟
- ولماذا لا نترك هذه الأنواع تموت وتنقرض خاصة وأن الانقراض عملية طبيعية تحدث تلقائياً دون تدخل البشر؟
- وهل هناك فارق بين أن نترك النباتات والحيوانات تنقرض أو تختفي بفعل العوامل الطبيعية وبين أن نكون السبب في انقراضها؟

لنبدأ بالإجابة على السؤال المتعلق بضرورة الاهتمام بالنباتات والحيوانات البرية، حيث ترجع أهمية هذه الكائنات البرية إلى أسباب عديدة نذكر منها:

- تكون الأنواع النباتية والحيوانية المفيدة فعلاً أو التي يمكن للإنسان الاستفادة منها اقتصادياً –ما يسمى بالمصادر المتجددة للحياة البرية، فهي تتجدد باستمرار إذا لم نتسبب في انقراضها أو جعلها قريبة من الانقراض.
- ولا يخفي على أحد أن معظم نباتات الغذاء والحيوانات المرباة التي تزود العالم بنحو ٩٠% من الطعام كانت يوم ما نباتات وحيوانات برية تنمو في المناطق المدارية ثم تم استئناسها وزراعتها. وسوف يحتاج علماء الزراعة والهندسة الوراثية إلى الأنواع البرية التي توجد اليوم لاستنباط سلالات جديدة من النباتات والحيوانات لسد الفجوة الغذائية. وقد يصبح العديد منها مصادر رئيسيةً للغذاء في المستقبل، كما أن النباتات البرية والمستأنسة من أصول برية تعتبر مصادر هامة لكثير من المواد، فهي مصدر الأخشاب سواء كانت وقودا أو أخشابا صناعية، إضافة إلى لب الخشب الذي يدخل في صناعة الورق والحرير الصناعي، وكذلك العصارات المطاطية والزيوت النباتية والأصباغ والصمغ والفواكه وغيرها من المواد المهمة.

كما تؤدي بعض الحشرات فوائد عديدة غير مباشرة، ففي الولايات المتحدة الأمريكية – على سبيل المثال – لا يقتصر دور نحل العسل على إنتاج العسل و شمع العسل، و إنما يقوم أيضاً بمهمة تلقيح ٥٠ نوعاً من المحاصيل قدرت قيمة تلقيحها الإجمالية بنحو ٢٠٠ مليون دولار سنوياً. ولا يقتصر الأمر على النحل الذي يربيه الإنسان، وإنما يمتد ليشمل النحل والحشرات الأخرى البرية.

ويعتمد حوالي ٧٥% من سكان العالم على النباتات ومنتجاتها كمصدر للدواء. وهناك من يقدر أن نصف الأدوية المستعملة في العالم و٢٥% من الأدوية المستعملة في الولايات المتحدة الأمريكية يدخل في

تركيبها مواد فعالة يتم استخراجها من الكائنات البرية أو يتم تخليقها صناعياً بحيث تشابه المواد الطبيعية. ويقدر ثمن الأدوية المستخرجة من الأنواع البرية على مستوى العالم بنحـــو ٤٠ بليـــون دولارا ســـنويا. بالإضافة إلى هذا يستخدم كثير من الحيوانات البرية لتجربة الأدوية والأمصال ولتقـــدير ســـمية المـــواد الكيميائية واختبار الخطوات الجراحية، وأيضاً لزيادة معلوماتنا عن صحة الإنسان وأمراضه وذلك بالرغم من اعتراض جماعات حقوق الحيوان على مثل هذه التجارب. ولقد تم حتى الآن دراسة خمسة آلاف نوع فقط من أنواع النباتات في العالم ـــ والتي يقدر عددها بنحو ٢٥٠ ألف نوع ـــ دراسة مستفيضة من حيث إمكانية استغلالها في النواحي العلاجية والطبية. وتبين بعض الإحصائيات الحديثة أن حوالي ١٠% مـــن الناتج القومي الكلى في الولايات المتحدة الأمريكية يأتي من المصادر المتجددة للحياة البرية.

٢-٣-١-١ الأهمية البيئية

تؤدى الكائنات البرية لنا وللكائنات الحية الأخرى خدمات مهمة وحيوية تتعلق بالأنظمة البيئية المختلفـــة، فهي:

- تمدنا بالغذاء
- تعيد تدوير العناصر الغذائية الهامة للزراعة
- تساعد على زيادة خصوبة التربة وعلى الحفاظ عليها من التآكل
- تنتج الأكسجين وتحافظ على نسبة الغازات الأخرى في الغلاف الجوى
- تساعد في الحفاظ على مناخ الأرض وفي تنظيم مصادر المياه
- تساعد في اختزان طاقة الشمس بعملية البناء الضوئي على صورة طاقة كيميائية في الغذاء والأخشاب والوقود الأحفورى
- كما يسهم الغطاء النباتي في تقليل مخاطر التلوث الهوائي وخاصة ما كان منه ناجماً عن تزايد كميات ثاني أكسيد الكربون في الجو أو تزايد نسبة الغبار

وبالإضافة إلى هذا فهي تزيل سمية المواد الضارة وتحلل المواد العضوية وتحد من آفات المحاصيل وحاملات الأمراض.

٢-٣-١-٢ الأهمية الجمالية والترويحية

- تمثل النباتات والحيوانات البرية مصدراً للجمال والبهجة والترويح لعدد كبير من البشر.
- كما أن السياحة البرية – أو ما يسمى أحياناً بالسياحة البيئية ـــ تشكل مصدراً مهما للدخل في بعض الدول النامية مثل كينيا وتنزانيا. ويقدر أحد خبراء الاقتصاد المهتمين بالحياة البرية أن الأسد الذي يعيش إلى سبع سنوات في كينيا يدر دخلاً مقداره ٥١٥٠٠٠ دولاراً تأتي من إنفاق السياح. إذا قتل هذا الأسد لبيع جلده فسوف لا يزيد ثمنه عن ألف دولار.
- ومع هذا يجب الإشارة إلى أن الاستخدام المتزايد للسياحة البيئية في منطقة من المناطق قد يضر بالحياة البرية فيها ويؤذى النظام البيئي بها. لذلك يجب تنظيم هذه السياحة حتى لا تضر هذه البيئات.

٢-٣-١-٣ القيمة الأخلاقية والإنسانية

يعتقد كثير من علماء البيئة والحفاظ على الحياة البرية أن الأنواع النباتية والحيوانية سوف تستمر في الاختفاء بمعدلات كبيرة طالما أن الإنسان ينظر إلى نفسه على أنه مركز الأهمية في الحياة وليس غيره. فعندما ينظر الإنسان إلى حياة جميع المخلوقات بنفس القدر من الاهتمام والرعاية ويدرك أن لكل مخلوق حقا موروثا في البقاء والاستمرار، فسوف يتغير الوضع. وعلى هذا فالتعجيل بانقراض أي نوع من أنواع الأحياء شيء غير مرغوب فيه. وقد يذهب البعض لأكثر من هذا ويرى أن لكل فرد من أفراد الكائنات البرية – وليس لكل نوع فقط – حقه في أن يعيش دون أن يتدخل الإنسان في هذا الحق.

ويرى البعض أن النظام البيئي المتكامل هو الأولي بالرعاية والاهتمام، وأنه من الواجب الحفاظ ليس فقط على العناصر الحيوية من النظام البيئي مثل النباتات والحيوانات، بل أيضاً على الأماكن التي تعيش فيها هذه الأنواع النباتية والحيوانية.

٢-٣-٢ الانقراض

يقضي الإنسان اليوم على كثير من البيئات الطبيعية للأرض التي نعيش عليها نحن وغيرنا من الكائنات الحية. منذ بداية الزراعة من نحو عشرة آلاف عام مضت ومعدل انقراض الأنواع يتزايد، وذلك بسبب اتساع مستوطنات البشر يوم بعد يوم. من الصعب طبعا رصد ما حدث من انقراض في الماضي، ولكن البيانات المتاحة تدل على أنه قد حدث انقراض لأربعة آلاف نوع على الأقل نتيجة لنشاط الإنسان خلال

عام ١٩٩٢م. ويحذر العلماء من أنه إذا أستمر المعدل الحالي لقطع الغابات وللتصحر وتجفيف المستنقعات وتدمير الشعاب المرجانية فإننا سوف نتسبب في فقد ٢% على الأقل أو ربما ٢٥% من الأنواع الموجودة على سطح الأرض إلى الأبد وذلك خلال عدة عشرات من السنين.

وللإجابة على السؤال المتعلق بالفرق بين الانقراض بفعل العوامل الطبيعية في الماضي والانقراض بفعل الإنسان في الوقت الحالي نذكر ثلاثة فروق بينهما وهي:

١. السبب في الانقراض الحالي هو الإنسان وحده دون أن يشترك معه كائن حي آخر، وهذه هي المرة الأولى التي يتسبب فيها كائن حي واحد في انقراض غيره من الكائنات الحية.
٢. يتم الانقراض الحالي خلال فترة زمنية قصيرة تقدر بعشرات السنين، وذلك على عكس الانقراض الذي تم في العصور القديمة والذي حدث على امتداد آلاف بل ملايين السنين. هذا الانقراض السريع لا يتيح الفرصة لتدارك الخلل الذي يصيب النظام البيئي نتيجة اختفاء أنواع موجودة به.
٣. تنقرض الأنواع النباتية أيضاً ـ مثلها مثل الأنواع الحيوانية ـ بسرعة وهذا بدوره يهدد أنواعاً كثيرة من الحيوانات بالانقراض. فحياتنا وحيات الأنواع الأخرى تعتمد على النباتات والحشرات التي تنقل حبوب اللقاح بالإضافة إلى المحللات.

٢-٣-٢-١ مستويات الانقراض

يمكن تقسيم النباتات والحيوانات تباعاً لدرجة الخطر الذي يهددها إلى:

١. <u>أنواع تواجه خطر الانقراض</u>: وهي الأنواع التي توجد منها أعداد قليلة على قيد الحياة، بحيث إنه من الممكن أن تصبح منقرضة في بيئتها الطبيعية أو في جزء منها في القريب العاجل. مثال ذلك الفهد العربي.

٢. <u>أنواع مهددة بالانقراض</u>: وهي الأنواع التي مازالت شائعة في بيئتها الطبيعية ولكنها تتناقص في العدد تدريجياً، ومن المحتمل أن تواجه خطر الانقراض وتصبح ضمن المجموعة الأولى. مثال ذلك الغزال العربي.

وهناك الكثير من الأنواع البرية بمنأى عن خطر الانقراض ولكن أعدادها تناقصت بشكل حاد سواء في بعض الأماكن التي تعيش فيها أو على امتداد مداها الجغرافي. وتكمن أهمية هذه الأنواع في أنها تعكس حالة النظام البيئي الذي تعيش فيه، وتعطينا الإنذار المبكر من أية أخطار قد تهدد البيئة وبالتالي يمكننا تدارك الموقف لمنع حدوث أي انقراض لنوع من الأنواع.

٢-٣-٢-٢ الأسباب الرئيسية للانقراض

- إتلاف وفقد البيئات الطبيعية:

يكمن التهديد الأكبر لمعظم الأنواع البرية اليوم في تدمير وتقسيم وإتلاف البيئات التي تعيش فيها هذه الأنواع، وعلى الأخص البيئات الأرضية التي يعيش فيها ٩٠% من الأنواع الموجودة على الأرض. ويعتبر اقتلاع أشجار الغابات ــ وعلى الأخص الغابات المطيرة التي توجد في المناطق الاستوائية من العالم ــ السبب الأعظم في فقد التنوع البيولوجي على سطح الأرض، يلي هذا تدمير الشعاب المرجانية والمستنقعات وإزالة الحشائش من مناطق البراري.

- الصيد لأغراض تجارية:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الصيد، هي:

أ. الصيد بغرض الحصول على الغذاء.

ب. الصيد بغرض ممارسة الرياضة وللحصول على الغذاء أحياناً.

ت. الصيد لأغراض تجارية.

لقد قل الصيد بغرض الحصول على الغذاء اليوم بسبب تناقص المجتمعات البشرية التي تعيش على الصيد والقنص وتم تنظيم هواية الصيد بدرجة كبيرة في معظم البلدان. أما الصيد التجاري فلا يزال موجودا ويؤدى إلى انقراض الكثير من أنواع الحيوانات أو إلى اقترابها من خطر الانقراض. وليس من المستغرب أن يواجه النمر البنغالي خطر الانقراض اليوم حيث أن المعطف المصنوع من فرائه يباع في أسواق طوكيو بما يزيد عن مائة ألف دولار، كما يباع الكيلوجرام من لحمه بمبلغ ٢٨٦ دولارا. ويواجه خطر الانقراض أيضاً الغوريلا الجبلية التي يساوى ثمنها ١٥٠ ألف دولارا، وكذلك الخرتيت الذي يباع الكيلوجرام من قرنه بمبلغ ٢٨٦٠٠ دولاراً، والفيلة التي تقتل من أجل أنيابها العاجية. لقد قدر عدد الأفيال الأفريقية في عام ١٩٧٠م بحوالي أربعة ملايين ونصف مليون فيل، غير أن هذا العدد انخفض بحلول عام ١٩٩٠م ليصل إلى ٦٥٠ ألف فيل فقط . وإذا لم تتوقف هذه المذابح فسوف يختفي الفيل من الطبيعة خلال

عشرة أعوام. وكلما ازداد عدد الأنواع المهددة بالانقراض، ازدادت القيمة الاقتصادية لها وأزداد الطلب عليها زيادة كبيرة في السوق السوداء مما يعجل من انقراضها.

- مقاومة الحيوانات المفترسة والآفات

قد يحدث الانقراض أو الاقتراب من الانقراض عندما يحاول البشر التخلص من المفترسات والآفات التي تتنافس معها على الغذاء. لقد قتل المزارعون الأفارقة أعداداً كبيرة من الأفيال لمنعها من الاغتذاء على المحاصيل خاصة بعد تدمير بيئتها الطبيعية.

- الاتجار في حيوانات ونباتات الزينة

تهرب في كل عام أعدادا كبيرة من الحيوانات المهددة بالانقراض إلى الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا و ألمانيا وغيرها من الدول لبيعها كحيوانات للزينة. وهناك أنواع من النباتات مثل الأوركيد والصبار تتعرض للانقراض لأنها تجمع ـ وأحيانا بطرق غير شرعية ـ ثم تباع بعد ذلك للتجار وتستخدم كنباتات للزينة في المنازل والمكاتب، وقد يدفع تاجر الزهور ٥٠٠٠ دولاراً في زهرة واحدة من زهور الأوركيد النادرة.

- التلوث والتغيرات المناخية

تتسبب الملوثات الكيميائية السامة في القضاء على البيئات الطبيعية لكثير من الأنواع الحية. لقد تسبب المبيدات الحشرية بطيئة التحلل مثل الـ DDT في انخفاض أعداد بعض الطيور. وقد يتسبب الدفء المتوقع للأرض مع ما يصاحبه من تغيرات مناخية في القضاء على كثير من الأنواع حتى في أكثر المحميات الطبيعية صوناً ورعاية.

- نقل وإكثار الأنواع بين المناطق المختلفة

يحصل البشر أحياناً خلال رحلاتهم وجولاتهم حول مناطق العالم المختلفة على نباتات وحيوانات المناطق التي يزورونها، ويقومون بنقلها إلى مناطق جغرافية جديدة، أي إلى بلدانهم الأصلية، وقد

يحدث هذا بطريقة غير مقصودة. ولقد نجح كثير من هذه الأنواع في إنتاج الغذاء والمساعدة في القضاء على الآفات، بالإضافة إلى إشاعة جو البهجة والجمال في المناطق الجديدة التي نقلت إليها. من ناحية أخرى قد لا تقابل هذه الأنواع الوافدة مفترسات أو حتى منافسات في المناطق الجديدة، مما يتيح لها فرصة التزايد والسيادة في هذه البيئات، بل والتسبب في خفض أعداد أنواع كثيرة كانت موجودة أصلاً مما يعجل بانقراضها أو تهديدها بالانقراض أو إبعادها إلى أماكن أخرى.

- **النمو البشرى والرفاهية والفقر**

تعود أسباب انقراض أو انخفاض الأنواع البرية أساساً إلى نمو المجتمعات البشرية وإلى الرفاهية أو الفقر. فكلما زادت أعداد البشر، اتسعت رقعة الاستيطان، وكلما استغل المزيد من الأرض لإنتاج الغذاء أو للحصول على الوقود. لقد أدت زيادة الرفاهية وزيادة النمو الاقتصادي إلى زيادة متوسط استخدام الفرد لمصادر الطبيعية زيادة كبيرة، وهو عامل رئيسي في استنزاف وتدمير الحياة البرية. أما في الدول الفقيرة فلقد أدى التزايد السكاني في هذه البلدان مع ما يصاحبه من انخفاض في مستوى المعيشة إلى دفع الفقراء إلى اقتلاع الأشجار من الغابات وزراعة المحاصيل على الأراضي المحيطة بالبيئات الطبيعية والرعي الجائر لقطعان الأغنام والماشية واصطياد الأنواع النادرة من الحيوانات.

٢-٣-٣ الأنشطة البشرية التي أضرّت وتضر بالبيئة والتنوع البيولوجي

١. **الرعي الجائر:** تتعرض المراعي لضغط متزايد من قطعان الماشية التي يفوق عددها الحمولة الرعوية للمرعى. وينتج عن ذلك تدهور الغطاء النباتي وانجراف التربة وتضرر الحيوانات البرية والرعوية من هذا التدهور.

٢. **زراعة الأراضي الهامشية:** وهي الأراضي التي تقل فيها معدلات الأمطار عن حاجة المحاصيل للماء وخاصة عند حراثة هذه الأراضي بالمحراث القرصي يتم اجتثاث الغطاء النباتي الطبيعي.

٣. **الصيد:** لقد توافرت خلال فترة من الزمن معدات الصيد الحديثة الأمر الذي شجع على مطاردة واسعة النطاق للحيوانات البرية بالرغم من وجود قانون الصيد الذي ينظم الصيد ويدعو إلى الحد منه. هذا الأمر أضر بالأحياء البرية في الجبال والصحراء وحتى على الساحل. إلا أنه في الآونة

الأخيرة خلال معظم التسعينيات تم منع الصيد وتم العمل على الحد من وسائله فتقلص الصيد وآثاره على الأحياء البرية.

٤. **النشاطات العمرانية والحضرية:** بازدياد عدد السكان والنمو الاقتصادي الذي شهده المجتمع خلال العقود الأخيرة اتسع نطاق المد العمراني متمثلاً في المباني والطرق وخطوط أبراج الكهرباء والإنشاءات والنشاطات الصناعية والنفطية مما أثر في التنوع الأحيائي بشقيه النباتي والحيواني والنظم البيئية التي تعيش فيها هذه الكائنات وتدعم حياة الإنسان فيها.

وسائل حماية الحياة البرية

هناك ثلاثة اتجاهات لحماية وصون الحياة البرية هي:

١. **اتجاه المحافظة على النوع:** ويهتم هذا الاتجاه بحماية الأنواع المهددة بخطر الانقراض، وذلك عن طريق تعريفها وسن القوانين لحمايتها وحفظ بيئاتها الطبيعية من الدمار وتنميتها في الأسر ثم إعادة إطلاقها في البيئة مرة أخرى.

٢. **اتجاه المحافظة على النظام البيئي:** يهتم هذا الاتجاه بالمحافظة على أنواع العشائر المختلفة في الطبيعة وإنشاء المحميات الطبيعية تحت حماية القانون، وانتزاع الأنواع الوافدة.

٣. **اتجاه تنظيم الحياة البرية:** الغرض من هذا الاتجاه هو تنمية الاستغلال المستمر لمصادر الطبيعة وذلك بتنظيم الصيد عن طريق القوانين، وتحديد حصص الصيد، وإنشاء الهيئات الدولية لحماية الأنواع المهاجرة مثل الطيور.

٢-٣-٤ استراتيجيات حماية الحياة البرية

أعدت البلدان والأقاليم استراتيجيات وطنية وإقليمية للمحافظة على التنوع الأحيائي في إطار الوضع المتدهور للتنوع الأحيائي لديها والذي وصل إلى نقطة حرجة جداً، ولم يعد هناك وقت للتراخي وعدم

المبالاة، لأننا أصبحنا أمام خيارين لا ثالث لهما: إما أن نصون الحياة البرية فيكتب لنا الحياة والبقاء وإما أن نواصل تدميرها وتخريبها فنحفر قبورنا بأيدينا.

هذه الاستراتيجيات تركز على استعمال التنوع الأحيائي والنظم البيئية التي تحتضنه بنمط مستدام (التنمية المستدامة) أي استعمال الموارد مع المحافظة على التنوع البيولوجي. بعبارة أخرى فإن الاستعمال المستدام يعني الاستفادة من مكونات التنوع البيولوجي بمعدل لا يخفض من مستواه على الأمد البعيد، وبالتالي المحافظة على مقدرته على توفير المتطلبات الحياتية الآنية للأجيال اللاحقة.

٢ – ٤ مشكلة التصحر

٢-٤-١ تعريف التصحر

إن آفة التصحر من الأخطار المحدقة بالمناطق ذات الأمطار الشحيحة في عالم اليوم بل ومن أكثرها خطورة وأهمية. ودراسة هذه المشكلة تهدف إلى إبراز الخطورة التي تتشكل من جراء هذه الظاهرة. وسوف نستعرض في هذا الموضوع العوامل التي تلعب دورا في نشوء هذه الظاهرة وزحفها إلى المناطق المجاورة لها. وقد كان السبب الملح لدراسة هذا الموضوع أن هذه الظاهرة تجتاح معظم الأراضي في مناطق شاسعة من العالم ولذلك كان من الضروري معرفة هذه الظاهرة عن قرب والأسباب المؤدية إليها.

نظراً لأن دولة الإمارات العربية المتحدة من الدول التي تعانى من ظاهرة التصحر، حيث تشكل الصحراء أكثر من ٩٠% من مساحتها الكلية، فإنه من الضروري معرفة مفهوم التصحر والتعرف على العوامل الطبيعية والبشرية المؤدية إلى هذه الظاهرة وكذلك معرفة الآثار الناجمة عنها و إيجاد الحلول العلمية والعملية المناسبة لها ودور دولة الإمارات في مكافحة التصحر.

إن التصحر مأخوذ من كلمة الصحراء، فالصحراء الحارة والجافة عبارة عن الأرض التي يقل فيها المعدل السنوي للأمطار عن ١٠٠ مم، فمفهوم الجفاف ملازم للصحراء. إن التصحر هو الظاهرة التي تدمر القدرة الحياتية للأرض وبعد ذلك يؤدى بالأرض إلى ظروف صحراوية كاملة. ويعرف التصحر أيضا بأنه عبارة عن هدم القدرة الإنتاجية للتربة في أية بيئة من البيئات الطبيعية سواء كانت هذه البيئة جافة أو شبه جافة أو رطبة.

ونستنتج من ذلك أن التصحر ليس إلا انخفاضا في القدرة الإنتاجية للتربة وهو أيضاً يقلل قدرة البيئة على إعادة استخدام الأراضي الزراعية. ولخطورة هذه الظاهرة لم يتوقف العلماء أو المنظمات عن تعريفها بل اتسعت وتعددت بحيث كان تعريف التصحر لمنظمة اليونسكو ١٩٨٣ "بأنه مجموعة الأفعال

التي تترجم في شكل انخفاض ــ ذو شدة متفاوتة ــ في الغطاء النباتي، يؤدي إلى اتساع مظاهر الصحراء في مناطق لم تكن توجد بها من قبل هذه المظاهر والسمات."

وبهذا نستنتج أن التصحر لا يؤدي فقط إلى فقدان التربة لغطائها النباتي بل يؤدي أيضا إلى اتساع مظاهرها في مناطق لم توجد بها هذه المظاهر من قبل. ورغم اختلاف العلماء في وضع تعريف محدود ودقيق لمفهوم وأبعاد التصحر إلا أن الكثير منهم يتفق على الإطار العام للتصحر ويمكن التعبير عنه بأنه " تناقص وتدهور القدرة البيولوجية للنظام البيئي بشكل تكون آثاره البيئية والاقتصادية سلبية على النظم البيئية وبشكل يقلل من قدراتها على أداء دورها الطبيعي في الحياة." ومن هذا المفهوم نستنتج أن التصحر ظاهرة سلبية على النظم البيئية بشكل يقلل من قدرتها على أداء دورها.

غالبا ما يختلط مفهوم التصحر مع مفاهيم أخرى لذلك يتحتم علينا أن نتطرق إلى:

إشكاليــة المصطلح

لاتساع مفهوم التصحر برزت فوارق بسيطة بين التصحر والجفاف محاولة للتمييز وبذلك أشار البنك الدولي (١٩٨٤) إلى أن "الجفاف" هو أمر خطير في ذاته ولكنه وقتي فمع سقوط المطر تجد الأراضي استعادت خصوبتها الأصلية." وفيما يتعلق بالتصحر فإنه على العكس "لا يمكن للأمطار حتى ولو كانت عاتية أن تعيد للأرض خصوبتها."

نستنتج أن ظاهرة الجفاف ظاهرة خطيرة ولكن في حد ذاتها ليست أخطر من ظاهرة التصحر التي لا يمكن للأمطار أن تعيد للأراضي خصوبتها.

وإذا أجرينا تمييزا بين تدهور الأراضي وتصحرها وجدنا أن: " تدهور الأراضي ليست إلا جزءا من المساحات المتدهورة يمكن أن يكون موضوعا لإعادة تجديده للإنبات، فهو لم يفقد وعلى نحو نهائي قدرته الإنتاجية." وعلى النقيض من ذلك فإن المساحات المتصحرة يتحقق فيها فقد القدرة الإنتاجية على نحو مؤكد أو كلي. يتضح لدينا من خلال هذا التمييز أن تدهور الأراضي يمكن إعادة تجديدها للإنبات على نقيض تصحر الأراضي فإنه لا يمكن ذلك لفقدها القدرة الإنتاجية بشكل مؤكد. وعندما يفرض علينا النظر إلى عملية التصحر وتولدها خارج الصحاري وتزحف نحوها يفرض علينا أيضا التمييز بين المناطق الصحراوية والمناطق المتصحرة لذلك يمكن القول: "إن المناطق المتصحرة لم تكن صحاري سابقا بل كانت مناطق منتجة وذات غطاء نباتي يتناسب مع درجة جفافها." أما المناطق الصحراوية فهي مناطق شديدة الجفاف يعود تشكلها إلى عوامل طبيعية وليس للإنسان أي تأثير في هذا التشكل. وبذلك نستنتج من

ذلك أن المناطق المتصحرة كانت مناطق منتجة وذات غطاء نباتي أما الصحاري فهي بالأساس مناطق شديدة الجفاف ويعود تواجدها إلى عوامل طبيعية.

٢-٤-٢ العوامل الطبيعية للتصحر

إن العوامل المؤدية للتصحر تعتبر كثيرة ومتعددة وخلال عملية التصحر يصعب بصفة عامة تقييم درجة أهمية ومسؤولية العوامل المختلفة ومنها:

- نقص كمية الأمطار

تعتبر الأمطار المصدر الأول والأساسي لتواجد المياه وعند نقص كميته تكون الكارثة قد حلت ومثال على ذلك فقد كان المعدل المطري ما بين ١٩٦٥ ــ ١٩٩٢م لا يزيد عن ١٢٠مم، بينما بلغ المعدل المطري ما بين ١٩٨١ ــ ١٩٨٢م حوالي ٢٨٢ مم، وارتفع هذا المعدل في المناطق الجبلية إلى ٤٥٠ مم. ومثال آخر لسنوات الجفاف الشديدة التي حدثت في سنة ١٩٨٤ ــ ١٩٨٥م حيث بلغ المعدل المطري ٢٤ مم وفي أبو ظبي لم يزد المعدل المطري عن ٦ مم وفي المناطق الجبلية والشمالية لم تسقط أمطار بالمرة. ويتضح لنا من خلال هذه الأمثلة أن كمية الأمطار المتساقطة في تراجع ملحوظ.

- ارتفاع نسبة التبخر

تقل نسبة التبخر شتاء بسبب انخفاض درجة الحرارة والعكس صحيح حيث تزيد معدلات التبخر بكميات كبيرة عن معدلات التساقط (الأمطار) خاصة في الصيف، ويصل المعدل الثانوي للتبخر في الإمارات إلى ٣٣٢٢ مم بينما يصل المعدل السنوي للأمطار ٩٦ مم تقريبا أو يزيد بعض الشيء.
ونلاحظ من هذه النسب الفرق الشاسع ما بين معدلات التبخر المرتفعة ومعدلات الأمطار المنخفضة والتي تنعكس على الحياة الزراعية والثروة الحيوانية والنباتية وبعد ذلك على الحياة البشرية. نستنتج من خلال هذا العامل أن معدلات التبخر تزيد بكميات كبيرة عن معدلات التساقط والتي تنعكس على الحياة بصورة سلبية.

- زحف الكثبان الرمليـــــة

ارتفعت نسبة المساحات المتعرضة لزحف الكثبان الرملية بحيث تغطي الكثبان الرملية أكثر من ٨٠% من مساحة دولة الإمارات آتي يقع معظمها في الغرب والجنوب الغربي للدولة وتعتبر امتـــدادا لبحـــر الرمال (المعروف بالربع الخالي). وتعتبر جميع أنواع الكثبان الرمليــة بأشــكالها المختلفــة متحفــا تضاريسيا للكثبان الرملية وتلعب الرياح الدور الأساسي في تشكيل نموذج هذه الكثبان الرملية لتصـــبح كمظهر من المظاهر التضاريسية.

- أرتفاع نسبة الملوحــــــــــة

وهي من العوامل الطبيعية المنتشرة في المناطق الجافة والقاحلة حيث إن المشاكل الناتجة عن ارتفـــاع نسبة الملوحة بالتربة ترجع أساسا إلى ذوبان الأملاح بالتربة وعادة ما يكون مصدرها إما المياه الجوفية أو الطبقات الأرضية الحاملة للأملاح. إن مشاكل الملوحة وكيفية التخفيف منها في التربة تعتبـــر مـــن الأمور المعقدة لارتباطها عادة بارتفاع كمية المياه الجوفية إلى أعلى حيث سطح التربة، فيتبخر المـــاء وتبقى الأملاح على سطح التربة. نستنتج من ذلك أن ارتفاع نسبة الملوحة بالتربة ترجع أساســا إلـــى ذوبان الأملاح بالتربة خاصة عند ارتفاع كمية المياه الجوفية على سطح التربة بحيث يتبخـــر المـــاء وتبقى الأملاح.

- انخفاض منسوب المياه الجوفيـــــة

وهي من العوامل التي تهدد العديد من المناطق بانخفاض منسوب المياه الجوفية أو جفافهـــا تمامـــا. إن انخفاض منسوب المياه من الآبار يمكن أن نلمسه بصورة مباشرة بالمنطقة المجاورة للآبار حيث حدث ما يسمى (بالفجوات القمعية) والسبب الرئيسي لتكونها هو الاستخدام الجائر لمياه الآبار خاصـــة ري المزروعات وكنتيجة لزيادة نسبة الري في كثير من المناطق فإن منسوب المياه سوف يرتفع في سنوات قليلة وذلك لأن الاعتقاد السائد والخاطئ عند بعض الفلاحين أنه كلما زادت نسبة الـــري للمزروعـــات ترتفع نسبة الإنتاج الزراعي (المحصول). وبذلك نستنتج من ذلك أن السبب الرئيسي لانخفاض منسوب المياه الجوفية هو الاستخدام الجائر لمياه الآبار خاصة في ري المزروعات.

٢-٤-٣ العوامل البشرية للتصحر

- سوء استثمار واستغلال العناصر البيئية الطبيعية

تدل الدراسات الإحصائية المنشورة أن حدة التصحر في تزايد مستمر خاصة مع التزايد السكاني الكبير الذي شهده العالم وكذلك ارتفاع المستوى المعيشي والاقتصادي والاجتماعي النسبي وما ترتب عليه من ازدياد في معدلات الاستهلاك، وزيادة الطلب على الموارد البيئية الطبيعية بشكل عام والمنتجات الزراعية بشكل خاص. ذلك أدى بالإنسان إلى توسيع رقعة استغلاله للعناصر البيئية ولاستغلال مناطق هشة وحساسة وغير مستقرة تمتاز بعدم تحمل النظم البيئية بها لهذا الاستغلال المكثف لعناصرها الطبيعية مما أدى إلى اختلال اتزانها الطبيعي مما كان سببا في تزايد سرعة عمليات التصحر وازدياد حدوثها.

- الرعي الجائر

معظم المناطق الجافة تمارس نشاط الرعي الجائر وهو استغلال المراعي بشكل عشوائي غير منتظم عن طريق زيادة عدد الماشية عن القدرة البيولوجية (الحمولة الرعوية) لتلك المراعي الطبيعية مما أدى إلى ضغط شديد عليها وتدهور واختفاء الغطاء النباتي الذي ساعد بدوره في تدهور خصوبة التربة وسارع في عمليات التصحر.

- قطع الأشجار الحرجية

ارتفعت نسبة تقلص مساحات الأشجار الحرجية خاصة في بعض مناطق الإمارات الشمالية حيث تقوم بعض البلديات بقطع الأشجار الحرجية المتمثلة في أشجار الغاف والسمر والسدر والغويف وذلك لأغراض زراعية أو لأغراض البناء أو إقامة الطرق أو مد خطوط الكهرباء والهواتف أو أنابيب المياه والغاز. ويلاحظ في إحدى جوانب الأسواق وجود أكوام الحطب للبيع خاصة لمناسبات ولائم الأفراح. وفي هذه الحالة يكون لها الأثر السلبي على البيئة والغابات باعتبار هذه العادات وسيلة من الوسائل التي تساعد على التصحر.

- استنزاف المياه الجوفيـــــة

لقد أدركت الدول العربية خطورة الوضع في نقصان المياه الجوفية فعملت الدراسات العديـدة لتنظـيم عملية استهلاك المياه وذلك نظرا لقلة الأمطار والارتفاع الشديد لنسبة التبخر فإن المياه تعتبر من السلع النادرة بدولة الإمارات. وكما هو معلوم فإن المصادر الرئيسية للمياه إما مـن الآبـار الارتوازيـة أو الأفلاج التي ترتبط ارتباطا مباشرا بكمية تساقط الأمطار. وهذه المصادر من الميـاه لا تسـد الطلـب المتزايد للمياه من طرف الصناعة الحديثة ولا الزراعة المتنامية ولا الاستخدامات المنزلية والتي ترتبط بالزيادة السكانية الهائلة.

- إزالة الغابـــــــات

ويعتبر هذا العامل من العوامل السائدة بين الدول العربية والتي تساعد على اتساع عمليـة التصـحر، وذلك عن طريق قطع الأشجار والشجيرات واختفاء الغطاء النباتي من مساحات كبيرة مما جعل التربة عرضة وخصوصا في المنحدرات، لعمليات الانجراف والتعرية المائية والريحية.

٢-٤-٤حالات التصحر وأخطاره

يمكن تقسيم التصحر إلى أربع حالات تبعاً لشدة تدهور القدرة الحياتية للبيئة:

١.تصحر طفيف

وهو أول مرحلة من مراحل التصحر والذي لا تحدث معه تغيرات كبيرة في القدرة البيئية ولا ينجم عنـه تأثيرات بيئية خطيرة. مثال: منطقة تواجه نقصا أو انحساراً ضئيلاً في الغطاء النباتي بسـبب نشـاطات البشر المختلفة أولاً ثم الظروف الطبيعية. معالجة التصحر الطفيف أسهل من الحالات المتقدمة بكثير وأقل كلفة من الناحية الاقتصادية.

٢. تصحر معتدل

في هذه المرحلة تتعرض العناصر البيئية للتدهور والانخفاض في قدرتها البيولوجية أو الحيوية. ويبدأ نشاط واضح لعمليات التعرية بفعل الرياح أو المياه، كما تبدأ بعض الكثبان الرملية بالظهور، وتزداد ملوحة التربة وبالتالي يقل الإنتاج النباتي إلى حوالي ٣٥%. وهى مرحلة تحتاج إلى تكاليف أكثر من المرحلة السابقة.

٣. تصحر شديد

مرحلة متقدمة للتصحر يستبدل فيها النباتات المفيدة بأخرى غير مفيدة وضارة بالبيئة. وتشهد ازدياداً في مستوى التعرية وجرف التربة وازدياد الملوحة. ويصبح معالجة التصحر في هذه الحالة أكثر تعقيداً وكلفة ويحتاج إلى فترة زمنية طويلة لإصلاح النظام البيئي وإعادة الاتزان.

٤. تصحر شديد جداً

في هذه الحالة تفقد التربة قدرتها الإنتاجية وتغطيها قشرة ملحية، ويتزايد الكثبان الرملية فيها. وهذه الحالات يتطلب إصلاحها تكاليف باهظة وتستغرق فترات زمنية طويلة وفي أغلب الحالات لا يمكن إصلاحها. ونستنتج مما سبق أنه تلزم الحلول المبكرة للتصحر أي عندما يكون التصحر في بدايته قبل استفحاله. إن خطورة التصحر تكمن في تحول الأرض المنتجة إلى أرض قاحلة يهجرها سكانها وتموت حيواناتها وتنكمش نباتاتها. تهدد هذه الكارثة نحو ٦٢٨ مليون نسمة هم سكان أراضي المناطق الجافة.

٢-٤-٥ الآثار الاقتصادية والاجتماعية الناجمة عن التصحر

للتصحر تأثيرات وأضرار يمكن أن تظهر في التربة وفي حياة النبات والحيوان والإنسان مثل:

- **انخفاض الإنتاجية الزراعية**
  يؤدى التصحر إلى فقدان التربة لخصوبتها مما يترتب عليه تدهور الإنتاجية الزراعية كماً ونوعاً.

- **انخفاض الإنتاجية الحيوانية**

يؤدى انخفاض الإنتاجية الزراعية وهى البنية الأساسية للمراعي إلى تقليل عـدد الأغنـام والماشـية وتنخفض تبعاً لذلك إنتاجيتها من اللحوم والحليب.

- **انخفاض القدرة الإنتاجية للغابات**

تقلص في مساحة الغابات وانخفاض إنتاجيتها.

- **تدهور البيئة البرية**

انخفاض أعداد الحيوانات والطيور البرية التي كانت تزخر بها المنطقة البرية و تصبح هذه الحيوانات والطيور مهددة بالانقراض. إن النظم البيئية لا تستطيع إعادة اتزانها البيئي أو على الأقل تحتاج إلـى فترة زمنية طويلة وتكلفة اقتصادية عالية، ذلك إذا ما أحدث الإنسان أو الحيوان خللاً في تلـك الـنظم البيئية عن طريق الرعي الجائر أو استهلاك الموارد البيئية الطبيعية، فتفقد بذلك النظم البيئية قـدرتها الإنتاجية. يترتب على ذلك ظهور حالة من حالات التصحر.

٢-٤-٦ الحلول والمقترحات لمكافحة التصحر

تعددت مشاريع مكافحة التصحر ومن ضمنها:

- المحافظة على التربة والماء وذلك عن طريق تحريج الأراضي العادية الشديدة الانحدار، وزراعة الأشجار على الأراضي المتوسطة الانحدار بإنشاء المدرجات وحراثة التربة أفقيا لزراعة المحاصيل على المنحدرات الخفيفة ووضع خطة إدارية متكاملة لاستغلال مساقط المياه واعتماد الري بالرش أو التنقيط للتخفيف من استهلاك الماء وتجميع مياه الأمطار على المنحدرات البسيطة. هذه الوسائل كلها تهدف في نهاية المطاف إلى ترشيد استخدام الأراضي واستغلالها بشكل مستديم.
- تخفيف حدة الكثافة السكانية في بعض المناطق الريفية وبخاصة في تلك المناطق التى يتم فيها تنفيذ برامج التنمية والتطوير.

- تقليل عمليات البخر في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث ندرة المياه وارتفاع درجة الحرارة واشتداد سرعة الرياح حيث يزداد معها معدلات التبخر من سطح التربة ويؤدي إلى هدر كميات كبيرة من المياه. وقد دلت الدراسات العملية والعلمية على أن نحو ٥٠% من المياه تضيع نتيجة للتبخر من سطح التربة. لذا فمن الواجب اتخاذ الأساليب والوسائل التى من شأنها تقليل الضائع من المياه عن طريق وضع حواجز غير مسامية على سطح التربة مثل الحفاظ على التربة من التعرية أو الانجراف والذي يؤدي بدوره إلى رفع الكفاءة الإنتاجية للمحاصيل.
- تقليل نسبة الأملاح فى التربة عن طريق غسل التربة والقيام بعمليات الصرف عن طريق حفر خنادق للصرف حيث تتسرب المياه الزائدة مع الأملاح إلى المجرى في الخندق. وهناك طريقة أخرى وهو القيام بزراعة محاصيل زراعية تتحمل الملوحة.

قد يلعب التقدم التكنولوجي الدور الفعال في مكافحة التصحر لذلك فقد أثبتت كثير من الدراسات أن هناك علاقة وطيدة بين ظاهرة التصحر ودرجة التقدم التكنولوجي. فكلما ازدادت معدلات التقدم التكنولوجي قلت معدلات التصحر في تلك الدول والعكس صحيح. ويمكن ملاحظة استمرار تزايد معدلات التصحر في الدول النامية بسبب التخلف التكنولوجي لتلك الدول متمثلا بالدرجة الأولى في سوء التخطيط مما أدى إلى سوء استغلال الغطاء النباتي في مناطق الغابات الطبيعية والمراعي وزيادة الضغط على النظم البيئية بشكل مستمر. ذلك زاد من تبسيط تركيبها وانخفاض قدرتها البيولوجية على الإنتاج وكانت محصلة تلك العمليات تدهور النظم البيئية للمناطق الجافة وشبه الجافة وزيادة معدلات التصحر السنوية وانخفاض طاقة تلك النظم على تأمين الغذاء للإنسان والحيوان في تلك الدول.

٢-٤-٧ دور دولة الإمارات في مكافحة التصحر

لقد قطعت دولة الإمارات خطوات واسعة لحماية البيئة ومكافحة التلوث وقهر الصحراء بفضل الرؤية الحكيمة لصاحب السمو الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان رئيس الدولة حفظه الله ورعاه، ودعم سموه المستمر الذي جعل من الدولة قدوة ونموذجاً للدول التي تتصف بالطبيعة القاسية للصحراء وحافظت على البيئة ونقائها وحمايتها من التلوث لأنها اعتبرت ذلك منذ البداية هدفاً رئيساً لسياستها التنموية. وبذلت الدولة جهوداً مكثفة في ظروف بيئية قاسية لمعالجة مشكلة التصحر وزيادة الرقعة الخضراء وتطوير الموارد الطبيعية. ومن هذه الرؤى الحكيمة خاضت الإمارات تجربة عظيمة في زراعة الغابات وأحزمة

الحماية الغابية ونشرتها بمختلف مناطق الدولة وذلك لما لها من أثر كبير وفعال في تحسين الظروف الطبيعية والمناخية والحد قدر الإمكان من تأثير المد الصحراوي الذي يهدد بتقليص المساحات الزراعية الصالحة للتنمية. وعلى هذا فقد أخذت المشاريع الغابية في الإمارات بعدا استراتيجياً من خلال تكريس واقع بيئي يبشر بمستقبل أكثر جدوى في مجال استثمار المساحات الهائلة القاحلة.

ونظراً لمرور مدار السرطان إلى الجنوب من الدولة، فالمناخ مداري صحراوي حار وعلى هذا يسود البلاد فصلان فقط خلال أيام العام وهما الصيف والشتاء، حيث الصيف الحار وحرارته ما بين ١٨، ٤٥درجة مئوية أما المعدل المطري فيصل إلى ٥٠ مم في الجهات الغربية من الدولة وفي الجبال الشرقية يصل إلى ١٤٠ مم. ونتيجة لهذا الواقع المناخي كان لابد من جهود جبارة إلى سبيل قهر الصحراء ووقف الزحف الأصفر إضافة إلى استصلاح الأراضي وتحويلها إلى أراض صالحة للزراعة وذلك وفق استخدام أحدث الطرق العلمية في الري وحفر الآبار وتسوية الأراضي وتمهيدها وإزالة الكثبان الرملية وزراعة الغابات ومصدات الرياح. ولقد تلازمت النهضة الشاملة في الإمارات مع تنمية الموارد البيئية متخذة من الزراعة سبيلا ومنهجا لترسيخ واقع بيئي زراعي يقلب الوقائع ويؤسس دولة زراعية قادرة على سد حاجاتها وتنمية مواردها واستثمارها. وعملت توجيهات القيادة الحكيمة على تخطي كافة العوائق التي كانت تقف في وجه النهضة الزراعية.

إن استغلال العلم والتقنيات التكنولوجية وتسخيرها في مجال الزراعة قد وضع للتنمية الزراعية قدما حيث بلغت نسبة الأراضي المنزرعة أكثر من ٢٣ ألف مزرعة يبلغ مساحة المزرعة ٢٣دونما يشكل النخيل الجزء الأكبر من الأشجار. وقد بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالغابات أكثر من ٢١٠ آلاف هكتار.

ونستطيع أن نستنتج مما سبق أن مشكلة التصحر في أبسط وأعمق أبعادها ناتجة عن العوامل الطبيعية للتصحر والمتمثلة في نقص كمية الأمطار وارتفاع نسبة التبخر إلى جانب العوامل البشرية المتمثلة في الرعي الجائر وقطع الأشجار الحرجية وغيرها من العوامل. إن ظاهرة التصحر ظاهرة خطيرة في حد ذاتها وأنها لم تنشأ على أساس العوامل الطبيعية فقط بل كان العامل الثاني في نشوء هذه الظاهرة هو الإنسان، وأن تأثيرات وأضرار هذه الظاهرة لم تقتصر على التربة فقط بل ظهرت وامتدت أيضا في حياة النبات والحيوان والإنسان. ورغم كل هذه الآثار لا يزال الكثير من الأراضي المتصحرة بدون حل خاصة المناطق القاحلة في البلاد النامية، التي لم تساير حركة التقدم حتى الآن للقضاء على هذه الظاهرة. لذلك فإن المسألة تحتاج إلى الاهتمام من الباحثين لتوفير المعلومات للعاملين إلى جانب الدول المتقدمة لمنح البلاد الفقيرة المساعدات والقروض المالية للقضاء على هذه الظاهرة الخطيرة.

٢-٥ مشكلة الغذاء

٢-٥-١ مصادر الغذاء في العالم ومشاكلها

تعتبر مشكلة الغذاء من المشكلات البيئية الهامة في عالمنا المعاصر حيث أن حياة الكثير من سكان العالم مهددة بخطر الجوع والمجاعات. وهي مشكلة، وإن كانت عالمية، إلا أنها مشكلة الدول النامية بصفة خاصة. إذ تعاني هذه الدول من نقص واضح في إنتاجها الغذائي، وضعفاً في قدرة معظم سكانها على توفير الحد الأدنى المعقول من السعرات الحرارية المطلوبة. ومما يجسد عالمية المشكلة ما تبديه الأمم المتحدة من اهتمام بها حيث خصصت يوم ١٦ أكتوبر من كل عام للاحتفال بيوم الغذاء العالمي الذي يعتبر بمثابة دعوة سنوية متجددة لتعميق الوعي العالمي بالمشكلة، والعمل على تنمية مصادر الإنتاج الغذائي بما يحقق الأمن الغذائي العالمي.

ويمكن أن نتصور أبعاد المشكلة إذا علمنا أن خبراء السكان يتوقعون أن يزداد تعداد سكان العالم ليصل إلى ٨,٥ بليون شخص بحلول عام ٢٠٢٥م. ولإطعام هذا العدد الهائل من السكان يجب إنتاج كم كبير من الطعام خلال ٢٥ عاماً القادمة يعادل ما أنتج خلال العشرة آلاف عام الماضية (أي منذ بداية عصر الزراعة). فعلى الرغم من أن العالم ينتج اليوم غذاء لكل فرد من السكان أكثر من أي وقت مضى في تاريخ البشرية، إلا أن ما يربو على ٧٣٠ مليون نسمة في الدول النامية لا يحصلون على ما فيه الكفاية من الغذاء ليعيشوا حياة عاملة منتجة بصورة طبيعية، منهم ٣٤٠ مليون نسمة في ٨٧ دولة نامية لا يحصلون على ما يكفي من السعرات الحرارية للحيلولة دون إعاقة النمو والمخاطر الصحية.

ومن ثم فالمشكلة ليست مجرد إنتاج غذاء يكفي سكان العالم، وإنما عدالة توزيع إنتاج الغذاء على سكان العالم مما يقضي على ظاهرة الجوع والمجاعات التي تسود الكثير من الدول النامية خاصة في القارة الإفريقية (أكثر القارات جوعاً). كما أن المشكلة لا تكمن فقط في معدلات الإنتاج الحالية، وإنما في استمرار هذه المعدلات بما يتفق ومعدلات النمو السكاني على المدى القصير والطويل دون المساس بسلامة البيئة التي تعتبر الركيزة الأساسية لاستمرار قدرة البيئة على العطاء. وليس ثمة شك في أن السلامة البيئية أصبحت محوراً وهدفاً أساسياً من أهداف التخطيط من أجل التنمية بعد أن أصيبت بعض البيئات بالإجهاد وبدأت في الانقراض.

٢-٥-٢ مفهوم مشكلة الغذاء وأبعادها

يقصد بمشكلة الغذاء "حدوث نقص واضح في كمية الغذاء ونوعيته عن المعدلات المعقولة المتمثلة في الحد الأدنى للسعرات الحرارية كما حددتها منظمة الأغذية والزراعة وهي حوالي ٢٦٥٠ سعراً حرارياً في اليوم". ومع تناقص إنتاج الغذاء المحلي وعجزه عن مواكبة الطلب السكاني المتزايد، واعتماد بعض الدول على استيراد الكثير من حاجاتها الغذائية خاصة الحبوب التي تعتبر من المواد الغذائية الاستراتيجية، امتد مفهوم المشكلة الغذائية ليشمل بعداً جديداً. هذا البعد يتمثل في عدم ضمان وصول ما تحتاجه الدولة من مواد غذائية بصورة منتظمة رغم توفر القدرة المالية لهذه الدول وقدرتها على استيراد كل ما تحتاجه من المواد الغذائية. ويطلق على هذه الحالة "مشكلة الأمن الغذائي". والواقع أن مشكلة الأمن الغذائي من المشكلات الاستراتيجية التي توليها الكثير من الدول أهمية خاصة لأنها مرتبطة "بالأمن القومي".

فإذا نظرنا إلى دول مجلس التعاون الخليجي نجد أن معظمها لا تنتج حاجتها من المواد الغذائية وتعتمد على الاستيراد من الخارج. وهي لاشك عملية غير آمنة في ظل المتغيرات الدولية.

هناك جوانب أخرى يجب مراعاتها عند التصدي لمشكلة الغذاء وهي:

١- إنتاج نوعية من الطعام تحتوى على البروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية الكافية لمنع سوء التغذية.
٢- تخزين الغذاء وحفظه من الفساد ومنع الآفات من إصابته.
٣- نقل الغذاء وإيجاد منافذ لتوزيعه.
٤- تقديم حوافز اقتصادية للمزارعين تشجعهم على إنتاج الغذاء لمواجهة احتياجات العالم.
٥- تقليل الضرر الذي نسببه للتربة والهواء والماء والحياة البرية والذي ينشأ عن إنتاج وتوزيع الغذاء.

٢-٥-٣مظاهر المشكلة الغذائية ومخاطرها

هناك بعض المظاهر والمخاطر التي تؤخذ كمؤشرات على حدوث مشكلة الغذاء ويمكن أن نوجزها فيما يلي:

١- انتشار الكثير من الأمراض الغذائية خاصة في الدول النامية مثل مرض الهزال والبري بري والكساح والأنيميا وغيرها مثل العمى الجزئي أو الكلي. وقد جاء في مؤتمر السكان والتنمية

(١٩٨٤) أن نحو ١٠٠٠ مليون نسمة من سكان الدول النامية يعانون من الجوع وسوء التغذية وما يصاحبها من أمراض غذائية مختلفة.

٢- تكرر حدوث المجاعات في كثير من الدول النامية منذ النصف الثاني من القرن الماضي خاصة في الدول التي تتعرض من حين لآخر لنوبات الجفاف كما حدث في منطقة حزام الجوع الإفريقي الذي شهد عدة مجاعات إبان نوبة جفاف ١٩٦٧ – ١٩٧٣، ونوبة جفاف ١٩٨٠ – ١٩٨٤.

٣- تزايد حجم المواد الغذائية المستوردة وقيمتها من جانب الدول النامية بشكل مطرد.

٤- استخدام الغذاء كسلاح في يد الدول المتقدمة ذات الفائض الغذائي في تحقيق بعض المكاسب الاقتصادية والسياسية على حساب الدول النامية مما أعطي للمشكلة الغذائية بعداً سياسياً، وأصبح من لا يملك إنتاج رغيف الخبز لا يملك حرية قراره السياسي. ولقد قالها الرئيس الأمريكي الأسبق جيرالد فورد بصراحة في مطلع السبعينات: " لسنا مضطرين لإرسال جيوشنا لاحتلال مناطق الشرق الأوسط والدول النامية، سيأتي اليوم الذي يدعوننا فيه للتواجد في أراضيهم مقابل الغذاء.

٢-٥-٤ الوضع الغذائي الحالي في العالم

- هناك حوالي ٨٠ ألف نوع من النباتات يمكن أن تشكل مصادرا للغذاء، ومع هذا فإن العالم يعتمد في غذائه على حوالي ٣٠ محصول منها أقل من ٢٠ محصول تنتج ٩٠% من غذاء العالم. وهناك أربعة محاصيل هي القمح والأرز والذرة والبطاطس تنتج من الغذاء أكثر مما تنتجه المحاصيل الأخرى. ويتكون باقي الغذاء من السمك واللحم والمنتجات الحيوانية مثل اللبن والبيض والجبن والتي نحصل عليها أساساً من ثمانية أنواع من حيوانات المزرعة.
- تمد الحبوب سكان العالم بنصف ما يحتاجونه من الطاقة، وهناك اثنان من كل ثلاث من سكان العالم يعتمدون على الأغذية النباتية، فاللحم والمنتجات الحيوانية مرتفعة الثمن بالنسبة لكثير من الناس.
- مع ازدياد الدخل يستهلك الناس كميات أكثر من الحبوب بطريقة غير مباشرة وذلك بتقديمها كغذاء لحيوانات المزرعة التي نحصل منها على اللحوم والألبان والبيض والجبن وكثير من المنتجات الأخرى.

ففي دول العالم المتقدم تتغذى حيوانات المزارعة على نصف الإنتاج العالمي السنوي تقريبا من الحبوب خاصة الذرة و فول الصويا. ويتضح من هذا أن ربع سكان العالم ــ وهم الذين يأكلون اللحوم ــ

يستهلكون ٤٠% من إنتاج الحبوب العالمي بطريقة غير مباشرة، كما أن حوالي ثلث إنتاج العالم السنوي من الأسماك يتحول إلى أعلاف لتغذية حيوانات المزرعة.

الزراعة كمصدر من مصادر الغذاء

تُتبع في المناطق المختلفة من العالم عدة نظم زراعية رئيسة لإنتاج المحاصيل وأعلاف الحيوانات وهي:

- الزراعة الآلية

تستخدم لإنتاج كميات كبيرة من نوع واحد من المحاصيل أو الأعلاف للبيع داخل نفس البلد أو في البلدان الأخرى. وفي هذا النوع من الزراعة تستخدم طاقة البترول والغاز الطبيعي لتشغيل الآلات الزراعية ولتجفيف المحاصيل وإنتاج الأسمدة غير العضوية. كما تستخدم المخصبات غير العضوية ومبيدات الآفات. إن هذا النوع من الزراعة، الذي يتم استخدامه في ٢٥% من الأراضي الزراعية واسع الاستخدام في الدول المتقدمة وبدأ في الانتشار منذ منتصف الستينات في الدول النامية.

- الزراعة المتخصصة

وهي زراعة المحاصيل التي تدر دخلاً مثل زراعة الموز والكاكاو والبن وهي محاصيل تزرع في البلدان الاستوائية والنامية ويتم بيع معظم إنتاجها للدول المتقدمة.

- زراعة الإعاشة التقليدية

تستخدم لإنتاج ما يكفي من المحاصيل والأعلاف التي تحتاجها عائلات المزارعين وحيواناتهم. وقد يتوفر في بعض السنوات محصول يكفي للبيع أو للتخزين لمواجهة نقص المحصول في السنوات قليلة الإنتاج. وفي هذا النوع من الزراعة تشكل الطاقة البشرية وطاقة حيوانات المزرعة المصدر الوحيد للطاقة بالإضافة إلى طاقة الشمس. ويعمل بهذا النوع من الزراعة سكان الغابات الاستوائية والبدو.

- الزراعة التقليدية الكثيفة

وفيها يستخدم المزارعون كميات متزايدة من العمال والمخصبات الزراعية والماء لإنتاج غذاء يكفي لإطعام عائلاتهم وفائض يمكن بيعه. ويشتغل بهذين النوعين الأخيرين من الزراعة التقليدية حوالي ٢,٧ بليون فرد أو ما يقارب نصف سكان العالم. ويسكن هؤلاء المزارعون المناطق الريفية من الدول النامية.

الزراعة الآلية والثورة الخضراء

يمكن زيادة إنتاجية المحاصيل في العالم إما عن طريق إضافة المزيد من الأراضي الزراعية وإما عن طريق رفع إنتاجية الأراضي الزراعية الموجودة فعلاً. ومنذ الخمسينات من هذا القرن كانت معظم الزيادة في إنتاج المحاصيل ناتج عن رفع إنتاجية الأرضي الزراعية الموجودة فعلاً وهو ما يسمي بالثورة الخضراء. ولقد اعتمدت الثورة الخضراء على زراعة أنواع وسلالات من النباتات تم استنباطها بطرق علمية وعلى استخدام كميات كبيرة من المخصبات غير العضوية ومن مياه الري ومبيدات الآفات. لقد أدى هذا الأسلوب إلى الارتفاع الكبير في إنتاجية المحاصيل الرئيسية في الولايات المتحدة الأمريكية والبلاد الصناعية الأخرى في السنوات ما بين ١٩٥٠، ١٩٧٠م وهو ما يسمى "بالثورة الخضراء الأولى".

وفي عام ١٩٦٧م بدأت الثورة الخضراء تمتد إلى كثير من بلدان العالم النامية. لقد أدت الأبحاث في مجال تربية النباتات ووراثتها إلى استنباط سلالات من القمح والأرز تعطى إنتاجاً وفيراً، فهي سريعة النمو وتلائم المناطق المدارية وتحت المدارية. لقد سميت هذه الخطوة: " بالثورة الخضراء الثانية". لقد أتاحت السيقان القصيرة والقوية والصلبة لهذه السلالات الجديدة حمل سنابل كبيرة من الحبوب. ومع استخدام كميات كبيرة من المخصبات والماء والمبيدات الحشرية أصبح إنتاج هذه السلالات الجديدة من القمح والأرز يعادل من ضعفين إلى خمسة أضعاف إنتاج السلالات التقليدية. لقد مكنت هذه السلالات سريعة النمو المزارعين من زراعة محصولين وأحياناً ثلاثة محاصيل متوالية في العام على نفس قطعة الأرض.

ويقدر أن حوالي ٩٠% من الزيادة في إنتاج محاصيل العالم في الستينات وحوالي ٧٠% من زيادتها في السبعينات وحوالي ٨٠% من زيادتها في الثمانينات يرجع إلى الثورة الخضراء الثانية.

لقد اعتمدت هذه الزيادة بدرجة كبيرة على:

- استخدام البترول في تشغيل الآلات
- إنتاج واستخدام الأسمدة غير العضوية
- استخدام مبيدات الآفات
- ري المحاصيل

ومنذ الخمسينات من هذا القرن حدث الآتي:

أ- زاد استهلاك النشاطات الزراعية من البترول أربع مرات
ب- تضاعف عدد الجرارات الزراعية أربع مرات
ت- تضاعفت مساحة الأراضي التي تروى ثلاث مرات
ث- تضاعف استخدام المخصبات الزراعية غير العضوية عشر مرات
ج- تضاعف استخدام المبيدات الحشرية ٣٢ مرة

لقد وصل استهلاك قطاع الزراعة من البترول في ظل الثورة الخضراء إلى ١/١٢ من إنتاج العالم من البترول. ومع هذا فإن النباتات لا تستطيع أن تستهلك أكثر من حاجتها من الماء والمخصبات الزراعية. بهذا نصل إلى نقطة لا تزيد معها إنتاجية المحاصيل (Plateau) مهما زاد استخدام المياه والمخصبات، وبالتالي تزيد تكلفة الإنتاجية عن ثمن المحصول.

- **لقد تبين أن إنتاجية المحاصيل تنخفض أيضا بسبب:**
  - زيادة تآكل التربة
  - انخفاض خصوبة التربة
  - استنفاذ مخازن المياه الجوفية
  - تلوث المياه السطحية والجوفية
  - مقاومة الآفات لمفعول المبيدات

٢-٥-٥ مشاكل الغذاء في العالم

على الرغم من وجود مؤشرات تدل على تحسن الإنتاج العالمي من الغـذاء إلا أن هنـاك العديـد مـن المشكلات المرتبطة به، فالأرقام والبيانات تدل على الآتي:

- زاد إنتاج العالم من الحبوب ٢,٦ مرة بين عامي ١٩٥٠، ١٩٨٤م.
- زاد إنتاج الحبوب بالنسبة للفرد حوالي ٤٠%.
- انخفض متوسط أسعار الحبوب خلال نفس الفترة بنسبة ٢٥ %.

ومع كل هذه الزيادة في الإنتاج العالمي من الحبوب انخفض نصيب الفرد منها في ٤٣ دولة نامية منها ٢٢ دولة أفريقية (في الفترة مابين ١٩٥٠، ١٩٩٠م). بالإضافة إلى هذا فإن معظم دول العالم تحتاج الآن إلى استيراد الغذاء، وعلى وجه الخصوص من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا واسـتراليا والأرجنتـين وفرنسا. وتدل الأرقام أيضا على أن معدل الزيادة العالمي في نصيب الفرد من الطعام قد انخفض خـلال الثلاثة عقود الماضية.

ويعود السبب في هذا الانخفاض إلى مجموعة من العوامل منها:

- الازدياد في عدد السكان.
- انخفاض إنتاجية الأرض من بعض المحاصيل التي تزرع بأسلوب الزراعة الآلية.
- ثبات أو انخفاض إنتاج المحاصيل في بعض الدول.
- الإسراف في استخدام الماء والتربة.
- انتشار الجفاف في عامي ١٩٨٧، ١٩٨٨.

أما التغير المتوقع في مناخ الأرض فمن الممكن أن يؤدى إلى اختلال الإنتاج الزراعي ويسبب ارتفاع كبير في أسعار السلع الغذائية مما سيؤدى إلى حدوث مجاعة جماعية. وبالرغم من نجاح الزراعة الآليـة فإن النجاح الزراعي لا يزال يعتمد على الطقس المناسب والمناخ المستقر.

٢-٥-٦ كمية الغذاء ونوعيته

يحتاج الرجل يوميا كمية من الطعام تمده بحوالي ٢٧٠٠ سعر حراري، بينما تحتاج المرأة إلى ما يمدها بحوالي ٢٠٠٠ سعر حراري وهو الحد الأدنى من السعرات الحرارية التي يحتاجها الإنسان. وإذا عجز الإنسان عن زراعة أو شراء الطعام الذي يمده بهذه الكمية أصبح يعانى من الجوع.

وللحفاظ على صحة الجسم وعلى مقاومته للأمراض يحتاج الإنسان إلى نوعية خاصة من الطعام تحتوى على كم مناسب من البروتينات (٤١ جرام للشخص البالغ في اليوم) والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأملاح المعدنية. وبسبب الفقر يتناول الكثير من البشر أطعمة قليلة البروتين وعالية النشويات تتكون من الحبوب مثل القمح والأرز والذرة، وبالتالي فهم يعانون من سوء التغذية أو انخفاض البروتين والمواد الضرورية الأخرى في الأطعمة التي يتناولوها. ونتيجة لهذا فإن الكثير من فقراء العالم يعانون من الجوع وسوء التغذية معا. ويقدر أن من بين ٦٠ مليون شخص يموتون سنوياً نجد أن ما بين ١٠ – ٢٠ مليون معظمهم من الأطفال، يموتون نتيجة الجوع وسوء التغذية أو بسبب الأمراض المعدية التي لا تسبب الوفاة عادة إلا إذا كان المصابون بها يعانون من الجوع أومن سوء التغذية. وتقدر منظمة الصحة العالمية (WHO) أن الإسهال يقتل حوالي خمسة ملايين طفل تحت سن الخمس سنوات كل عام، وأن الأسباب المرتبطة بالجوع تقتل كل يومين إلى خمسة أيام عدداً من البشر يعادل ما قتلته القنبلة الذرية في هيروشيما.

٢-٥-٧ الفقر والجوع

ينتج العالم من الطعام كميات تكفي لإشباع الحد الأدنى من احتياجات أفراده من الغذاء بل وتفيض. ومع هذا فإن هذا الكم الهائل من الغذاء لا ينتج أو يوزع الآن بالتساوي بين سكان العالم. بالتالي فإن الفقر – وليس انخفاض إنتاج الغذاء – هو السبب الرئيس للجوع وسوء التغذية والموت بسبب الأمراض المرتبطة بها في عالم اليوم. وتغطى الزيادة الكلية في إنتاج العالم من الغذاء بالنسبة للفرد على الفروق الواسعة بين الدول بل داخل الدولة الواحدة بالنسبة لنصيب الفرد الفعلي من الغذاء ونوعية هذا الغذاء. فعلى سبيل المثال يرتفع نصيب الفرد اليومي من الغذاء في جنوب البرازيل حيث الأراضي أكثر خصوبة والمناطق أكثر عمراناً وتحضراً. أما في المناطق شبه القاحلة والأقل خصوبة والتي تقع داخل الشمال الشرقي للبلاد يعانى

الكثير من السكان من العجز الحاد في الغذاء. وعلى المستوى القومي يعانى اثنان من كل ثلاثة برازيليين من سوء التغذية.

هناك أيضاً سوء توزيع الغذاء داخل الأسرة الواحدة حيث يستأثر الرجال في الأسر الفقيرة بالنصيب الأكبر من الطعام بينما لا يحصل الأطفال حتى سن الخمس سنوات والنساء ـ خاصة الحوامل والمرضعات ـ على حاجاتهم الضرورية من الغذاء. وحتى في الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية يعانى سكان بعض المناطق من الجوع والفقر. وسوف تستمر أعداد الأفراد الذين يعانون من الجوع وسوء التغذية في الارتفاع طالما أنه ليست هناك زيادة واسعة النطاق في الدخل وفي إمكانية الحصول على أراض زراعية جديدة.

٢-٥-٨ أساليب زيادة إنتاج الغذاء العالمي

٢-٥-٨-١ زيادة إنتاجية المحاصيل

يتوقع خبراء الزراعة أن تأتى معظم الزيادة المستقبلية في إنتاج المحاصيل من زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية الموجودة فعلاً، ومن تطوير ونشر تقنيات الثورة الخضراء في مناطق العالم المختلفة. ويعمل خبراء الزراعة الآن على إحداث ثورة خضراء جديدة هي ثورة الجينات وذلك باستخدام أساليب الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية. ويأمل علماء الزراعة في إنتاج سلالات نباتية عالية الإنتاجية وذات مقاومة عالية للحشرات والأمراض ولا تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء والأسمدة كما تقوم بإنتاج ما تحتاجه من المواد النيتروجينية مثلما تفعل البقوليات. كما يأملون في إنتاج محاصيل يمكن أن تنمو في الأراضي عالية الملوحة وتستطيع تحمل الجفاف واقتناص أكبر قدر من طاقة الشمس أثناء عمليات البناء الضوئي. كل ذلك خلال العشرين إلى الأربعين عاماً القادمة. بالطبع فإنه سوف يكون هناك بعض العقبات التي تقف في طريق تحقيق النجاح والاستمرار لهذه الآمال.

٢-٥-٨-٢ التوسع في زراعة الأراضي

على الرغم من التقدم التقني الذي يشهده قطاع الزراعة هذه الأيام فإن حوالي ١١% فقط من مساحة الأراضي الموجودة على سطح الأرض تصلح لزراعة المحاصيل. ويرى بعض خبراء الزراعة أنه يمكن للمزارعين مضاعفة الأراضي الزراعية عن طريق إزالة الغابات الاستوائية وري الأراضي القاحلة خاصة

في أفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا. ويرى البعض الآخر أن جزءا صغيراً من هذه الأراضـي يمكـن زراعته بسبب أن معظمها شديد الجفاف أو بسبب عدم وجود تربة خصبة بها. حتى لو أمكن إضافة أراض زراعية جديدة فإنها تحتاج إلى كميات كبيرة من المخصبات الزراعية والمـاء والطاقـة. كمـا أن هـذه الأراضي الزراعية التي يمكن إضافتها لن تستطيع موازنة وتعويض الفقد المتوقع لما يقـرب مـن ثلـث الأراضي الزراعية الموجودة الآن. هذا الفقد سوف يكون بسبب تآكل التربة، والرعي الجـائر، والتشـبع بالماء، وزيادة الملوحة، والتعدين والتوسع العمراني. بالإضافة إلى هذا، فإن التلوث يقلل مـن إنتاجيـة المحاصيل في الأراضي الزراعية الموجودة حالياً.

٢-٥-٨-٣ المحاصيل غير التقليدية

ينصح بعض الخبراء بالدول النامية بزراعة النباتات غير التقليدية المختلفة لتدعم أو تحل محل المحاصيل التقليدية مثل القمح والذرة. هناك – مثلاً – نوع من الفول الغني بالبروتينات يستخدم على نطاق واسع في غينيا الجديدة وفي جنوب شرق آسيا. قرون هذا الفول وأوراقه وبذوره التي تؤكل تحتوى على نسبة عالية من البروتين، كما أن جذوره التي تؤكل أيضاً تحتوى على كمية من البروتينات تعادل أكثر مـن أربعـة أضعاف الكمية الموجودة في البطاطس. لقد اقترح علماء الزراعة الكثير من النباتات التي يمكن أن تؤكل، ولكن تبقى هناك مشكلة هي كيف يمكن إقناع المزارعين بزراعة هذه المحاصيل الجديدة وإقناع المستهلكين بتجربتها.

٢-٥-٩ الأسماك كمصدر من مصادر الغذاء في العالم

٢-٥-٩-١ المصايد السمكية في العالم

يحصل البشر على مستوى العالم على ٢٠% في المتوسط من البروتين الحيواني في غـذائهم مـن الأسـماك مباشرة. كما يحصلون على حوالي ٥% من بروتين الأسماك بطريقة غير مباشرة وذلك عن طريـق إطعـام الأسماك لبعض حيوانات المزرعة. وفي الدول الآسيوية الساحلية أو التي تشغل الجزر، تمد الأسماك والأطعمة البحرية السكان بحوالي ٣٠ – ٩٠% من البروتين الحيواني في غذائهم. ويـتم صـيد حـوالي ٨٧% مـن المحصول السمكي السنوي من المحيطات، أما الباقي فيتم صيده من المياه العذبة. وفي المحيطات يـتم صـيد

٩٩% من الأسماك من المناطق الساحلية التي تمتد مسافة ٣٧٠ كيلومتراً من الشاطئ. وعلى الرغم من هذا فإن هذه المناطق يتم تدميرها وتلويثها بمعدلات عالية تنذر بالخطر.

وهناك حوالي ٢٠,٠٠٠ نوع معروف من الأسماك يتم صيد ٤٠ نوعا منها بكميات كبيرة. وعلى الرغم من تزايد الكمية التي يتم اصطيادها من الأسماك كل عام، إلا أن نصيب الفرد منها على مستوى العالم قد انخفض في معظم السنوات منذ سنة ١٩٧٠م وذلك لأن سكان العالم يزدادون في العدد بمعدل أسرع من معدل ازدياد المحصول السمكي. وبسبب الصيد السمكي الجائر، والتلوث، والنمو السكاني والطلب المتزايد على الأسماك، فإنه من المتوقع أن يقل نصيب الفرد من الأسماك على مستوى العالم سنة ٢٠١٠م ليصل إلى ما كان عليه سنة ١٩٦٠م.

٢-٥-٩-٢ الصيد السمكي الجائر

يحدث الصيد الجائر عندما يتم اصطياد كم كبير من الأسماك بحيث لا يترك سوى عدد قليل للتزاوج وإنتاج أسماك جديدة. ونادراً ما يتسبب الصيد الجائر في حدوث انقراض للأسماك، لأن الصيد يصبح عديم الفائدة من الناحية الاقتصادية بمجرد أن تنخفض أعداد الأسماك وقبل أن تصل إلى درجة الانقراض. بالتالي فإن الصيد الجائر يضر بالعائد الاقتصادي لعملية الصيد نفسها على المدى الطويل مما يؤدى إلى عزوف أساطيل الصيد عن صيد الأنواع التي انخفضت أعدادها على أمل أن تسترد هذه الأنواع أعدادها السابقة.

٢-٥-٩-٣ المزارع السمكية

هي أماكن مغلقة يتم فيها تربية الأسماك والأحياء البحرية إما أثناء فترة من دورة حياتها أو خلال دورة حياتها بالكامل. وتزود هذه المزارع السمكية العالم بحوالي ١٠% من الإنتاج السمكي التجاري. وفي الدول النامية يتم زراعة بعض الأسماك في برك صغيرة للمياه العذبة أو في أقفاص تحت الماء. وتشكل الأسماك التي يتم تربيتها بهذه الطريقة حوالي ٤٠% من الأسماك التي تؤكل في الصين و ٢٢% في إندونيسيا. أما في الدول المتقدمة فإن المزارع السمكية تستخدم غالباً لتربية الأنواع غالية الثمن من الأسماك والمحار وكذلك الأسماك التي تستخدم في هواية الصيد. وبالتالي فإن هذه المزارع لا تسهم بشكل جاد في زيادة كمية الغذاء التي يحتاجها الفقراء.

وللمزارع السمكية مزايا عديدة منها:

١ . لا تحتاج إلى استهلاك كمية كبيرة من الوقود وبالتالي فإن إنتاجها ومكاسبها لا ترتبط بأسعاره.
٢ . تحتاج لعمالة كبيرة وبالتالي فهي توفر فرص للعمل لكثير من الأفراد في الدول النامية.
٣ . تنتج كميات كبيرة من الأسماك بالنسبة لوحدة المساحة.

ومن الناحية الأخرى فإن هناك مشاكل ترتبط بالمزارع السمكية منها:

١ . تعميق البرك الضخمة لزراعة الأسماك في بعض البلدان يتم على حساب أشجار القرم ذات الأهمية البيئية ويتسبب في تدميرها على نطاق واسع.
٢ . تتعرض الأسماك المزروعة للموت بسبب مبيدات الآفات التي تتسرب إليها من الأراضي الزراعية القريبة.
٣ . تتعرض الأسماك المزروعة للأمراض البكتيرية والفيروسية التي يمكن أن تحد من إنتاجية المزارع السمكية.
٤. تحتاج لعناية كبيرة حتى لا تتسبب مخلفات هذه المزارع في تلويث مصبات الأنهار القريبة والمياه السطحية والجوفية.

هل يمكن زيادة المحصول السمكي السنوي؟

يعتقد البعض أنه يمكن زيادة كميات الأسماك التي يتم صيدها كل عام وذلك بصيد أنواع غير تقليدية من الكائنات البحرية مثل الأخطبوط والحبار. وقد يكون لهذا الأسلوب تأثيرات سيئة على السلاسل الغذائية في المحيطات حيث تشكل بعض هذه الأنواع غذاء لبعض الكائنات البحرية الأخرى وذلك مثل بعض أنواع الربيان التي تأكلها الحيتان، وبالتالي يؤدى صيدها بكميات كبيرة إلى انخفاض أعداد الحيتان. ويمكن زيادة المحصول السمكي أيضاً عن طريق التوسع في اختزان الأسماك التي يتم صيدها في ثلاجات موجودة على مراكب الصيد وذلك لمنع فسادها. بالإضافة إلى هذا يتوقع الخبراء زيادة إنتاج المزارع السمكية العذبة والبحرية.

وهناك بعض العوامل التي تحد من الزيادة في المحصول السمكي مثل:

١. الصيد الجائر للأسماك
٢. التلوث المائي
٣. تدمير مصبات الأنهار.

وإذا لم يزدد المحصول السمكي عن طريق المزارع السمكية فسوف تصبح أسعار الأسماك أكبر من قدرة كثير من الأفراد.

٢-٥-١٠ المشكلة الغذائية في دول مجلس التعاون الخليجي وجهود حلها

الواقع أن مشكلة الغذاء في دول مجلس التعاون الخليجي لا تكمن في نقص المواد الغذائية التي يحتاجها السكان أو في ضعف القدرات الشرائية حيث يتمتع غالبية السكان بقوة شرائية عالية، وإنما تكمن المشكلة أساساً في قلة إنتاج الغذاء محلياً وعجزه عن مواكبة احتياجات السكان المتزايدة. ومن ثم تقع دول المجلس ضمن دائرة الدول النامية التي تعتمد على استيراد كميات كبيرة من المواد الغذائية لسد احتياجاتها الغذائية، وبالتالي تكمن المشكلة الغذائية أساساً في "افتقار دول المجلس إلى الأمن الغذائي." إن عجز الإنتاج المحلي عن مواجهة التزايد الاستهلاكي يرجع إلى عدة أسباب أهمها:

١. إن مكونات البيئة الطبيعية لدول المجلس من موارد مياه وتربة خصبة، وهما من أهم مقومات إنتاج الغذاء، موارد محدودة بسبب الظروف المناخية الجافة على المنطقة حيث تتراوح معدلات الأمطار بين ٥٠ – ١٥٠ مم سنوياً. وهي كمية محدودة لا تستطيع دول مجلس التعاون أن تعتمد عليها في إقامة زراعة مطرية ناجحة، كما لا تسهم في توفير مراع غنية. كما تفتقر إلى وجود مجاري مائية تعوضها عن القلة المطرية، كما أن المياه الجوفية التي تعتمد عليها دول المجلس كمصدر أساسي للمياه في التنمية الزراعية تتصف بأنها مياه أحفورية Fossil Water، وهي مياه مائلة للملوحة ودرجة تجديدها محدودة، ومن ثم تقف مشكلة قلة موارد المياه أمام طموحات التنمية الزراعية الغذائية لدول المجلس. كما تفتقر دول المجلس إلى التربة الخصبة حيث تسيطر عليها التربة الرملية، وهي تربة فقيرة في المواد العضوية، بها نسبة ملوحة عالية.

ويزيد من تدهور المقومات الطبيعية ما تتعرض لـــه دول المجلس من مشكلة التصحر المتمثلة في تدهور المراعي وتملح الأراضي، وزحف الرمال على الأراضي الزراعية، وهي مشكلة تحد ولاشك مـــن قـــدرة البيئة على إنتاج الغذاء.

٢. أن معدلات النمو السكاني عالية جداً ليس بسبب الزيادة الطبيعية فحسب، إنما بسبب الهجرة الوافـــدة المتزايدة التي تشارك في تنفيذ خطط التنمية الطموحة لدول المجلس، ومن ثم تتنوع وتزداد الحاجـــة إلى مزيد من المواد الغذائية. ونستطيع أن نتبين من الجدول التالي (جدول ٣) تطور النمو السكاني في دول المجلس منذ عام ١٩٥٠م وحتى ١٩٨٥ وتنبؤاته حتى عام ٢٠٢٥.

جدول ٣. تطور النمو السكاني في دول مجلس التعاون الخليجي وتوقعاته (١٩٥٠- ٢٠٢٥)

	حجم السكان (ألف نسمة)				معدل النمو السنوي (%)		
القطر	١٩٥٠	١٩٨٥	٢٠٠٠	٢٠٢٥	١٩٥٠ حتى ١٩٨٥	١٩٨٥ حتى ٢٠٠٠	٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٥
الإمارات	٧٠	١٣٢٧	١٩٣٩	٢٦٩٩	٩,١٠	٢,٥٦	١,٣٠
البحرين*		٤٣٠	٦٥٠	١١٠٠			
السعودية	٣٢٠١	١١٥٤٢	١٩٨٢٤	٣٦٢٢٢	٣,٦٦	٣,٦٧	٢,٤٧
عمان	٤١٣	١٢٤٢	١٩٧٣	٣٤٩٥	٣,١٠	٣,١٤	٣,٧٢
قطر	٢٥	٣١٥	٥٦٩	٩٤٣	٨,٠٤	٤,٠٢	٢,٠٦
الكويت	١٥٢	١٨١١	٣٠٠٧	٤٥٠٤	٧,١٣	٣,٤٤	١,٩٠
المجموع	٣٨٦١	١٦٦٦٧	٢٧٩٦٢	٤٨٩٦٣			

- المصدر: United Nations: World Demographic Estimates and Projection 1950-2025.

من هذه الإحصائيات نتبين أن تقديرات الأمم المتحدة لعدد السكان في دول المجلس سيصل إلى ٤٩ مليون نسمة عام ٢٠٢٥ بمعدل نمو يتراوح بين ١,٣% إلى ٣,٧٢% وهو معدل أقل مما كان قائماً خلال الفترة من ١٩٥٠ – ١٩٨٥ التي تعتبر فترة الطفرة السكنية مما يشير إلى هبوط معدلات النمـــو نتيجـــة لسياسة دول المجلس التي تدعو إلى تعديل التركيبة السكانية من خلال تطوير وتنمية العمالة الوطنية لتأخذ دورها في تحريك مشروعات خطط التنمية بدلاً من العمالة الوافدة.

٣. ارتفاع مستوى المعيشة، إذ تتسم دول المجلس بصفة عامة بارتفاع متوسط دخل الفرد حيث تحتل في هذا المجال مراكز متقدمة بين دول العالم. ومن ثم تتمتع بوجود قوة شرائية عالية يزداد معها الطلب على المواد الغذائية، والإسراف في استخدامه. وينعكس هذا الوضع على معدلات نمو الطلب السنوي على الغذاء الذي يزيد عن معدلات النمو السكاني. ففي أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات بلغ معدل نمو الطلب السنوي على الغذاء في سلطنة عمان حوالي ١٨% ، دولة الإمارات ٩,٦% ، والسعودية ٥,٦% ، والكويت ٤,٥%، وهي معدلات تفوق كثيرا معدلات النمو السكاني السنوية. وقد انعكس ارتفاع القوة الشرائية في ارتفاع مستويات التغذية لدول المجلس مما يشير إلى أن دول المجلس لا تعاني من مشكلة سوء التغذية.

وقد أشارت دراسات لمعهد الكويت للأبحاث العلمية أن حصة الفرد من السعرات الحرارية في الكويت تبلغ ٣١٠٠ سعراً حرارياً. إن قلة الاستثمارات الزراعية، وإهمال النشاط الزراعي خاصة خلال الطفرة النفطية التي شهدتها دول المجلس في الستينات والسبعينات قد أثر كثيراً على مسيرة التنمية الزراعية وتضاؤل إنتاج الغذاء وعجزه عن مواكبة الطلب المتزايد عليه. ومما يجدر ملاحظته أنه منذ أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات بدأت دول المجلس تولي التنمية الزراعية المزيد من الاهتمام من حيث تقديم القروض الزراعية والمساعدات الإنتاجية لتشجيع الاستثمارات الخاصة على المشاركة في التنمية الغذائية.

٢-٥-١١ الوضع الغذائي في دول المجلس

(دراسة حالة في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة)

- تحقق المملكة العربية السعودية اكتفاء ذاتياً من القمح والتمور والبطيخ حيث يوجد لديها فائض منها يصدر إلى الدول المجاورة والصديقة.

- أما بالنسبة للمواد الغذائية الحيوانية فقد بلغ إنتاجها من البيض نحو ١٣٨ ألف طن (١٩٨٦) ارتفع إلى ١٥٥ ألف طن (١٩٩٠) محتلة بذلك المرتبة الأولى بين الدول العربية (بلغ إنتاج مصر مثلاً ١٤٥ ألف طن، والعراق ٩٠ ألف طن). وهي كمية تفوق الاحتياجات المحلية.

- كما بلغ إنتاج لحوم الدواجن والأسماك عام ١٩٨٦ حوالي ٢٤٦ ألف طن، ارتفع عـام ١٩٨٧ إلـى ٢٦٩ ألف طن، وهي كمية تغطي نحو ٥٨% من الحاجة المحلية، وبلغ إنتاج اللحوم الحمراء ١٢٢ ألـف طن تمثل نحو ٥٠% من الحاجة المحلية، بينما بلغ إنتاج الألبان (١٩٨٦) حوالي ٤٥٧ ألف طـن تمثـل نحو ٤٢% من الحاجات المحلية. وتستطيع المملكة، إذا ما نجحت في تـوفير مـوارد الميـاه اللازمـة لاستمرار معدل التنمية الغذائية الحالي قائماً، أن تصبح صمام الأمن الغذائي لدول المجلس في المسـتقبل. ومما هو جدير بالذكر أن الصادرات الزراعية للمملكة أصبحت تشكل ٣٠% من قيمة الصـادرات غيـر النفطية، وساعدت على تخفيض استيراد المواد الغذائية بمقدار ٢ مليار دولار.

- أما دولة الإمارات العربية المتحدة فقد بدأ اهتمامها بالتنمية الزراعية الغذائية لتحقق الأمن الغذائي، وهو هدف استراتيجي من أهداف دول المجلس إلى جانب التنمية القطرية الذاتية. وقد حقق إنتاج الغذاء زيادة كبيرة خلال الفترة من ١٩٧٩ – ١٩٨٥ بلغت ستة أمثال ما كان قائما عام ١٩٧٨ مما يشير إلى اهتمام الدولة وتشجيعها للاستثمار الزراعي. ولكن لا يزال إنتاج الغذاء دون الحاجة المحلية بكثيـر خاصـة الحبوب الغذائية التي لم تتوسع فيها دولة الإمارات رغم قيامها بتجارب زراعة القمـح منـذ أواخـر السبعينات في منطقة العوهة والعين.

- ومما يشير إلى ضعف الاستثمار النسبي في مجال الزراعة بالدولة وتزايد مشكلة ندرة المياه أن المساحة التي تشغلها المزارع وتبلغ حوالي ٢٣٠ ألف هكتار (٢,٣ مليون دونم)، لا يزرع منهـا إلا مسـاحة محدودة تبلغ حوالي ٣٠ ألف هكتار فقط (٣٠٠ ألف دونم).

- ويغطي إنتاج الخضراوات من الطماطم والزهرة والملفوف والباذنجان وغيرها حاجة البلاد في فصـل الشتاء، وتستورد كميات منها في فصل الصيف حيث يتناقص الإنتاج المحلي. وفي مواجهة التالف من الخضراوات وتحقيق مرونة في عرضها على مدار السنة فقد افتتح مصنع لتعليب الخضـراوات فـي ١٩٨٦ بطاقة تبلغ ١٢٠ طن/يوم من الخضراوات.

- وقد حقق إنتاج التمور زيادة واضحة حيث بلغ الإنتاج (١٩٨٧) ٥٠ ألف طن، والموالح ٥,٦ ألف طن والمانجو ٣,٧ ألف طن. وقد زاد إنتاج الأسماك واللحوم الحمراء بنسبة ٣٥% في الفترة من ١٩٧٩ – ١٩٨٥ ليصل الإنتاج ٤٦ ألف طن تمثل ٧٠% من الاستهلاك المحلي. كما تنتج الدولـة حـوالي ٤٥

مليون بيضة تغطي ٧٥% من الاستهلاك المحلي، وتنتج حوالي ١٠ آلاف طن من الألبان تغطي حوالي ٣٣% من الاستهلاك المحلي.

ومن هنا نرى أن دول مجلس التعاون الخليجي شهدت تطوراً كبيراً في النشاط الزراعي صاحبه زيادة واضحة في إنتاج المواد الغذائية الزراعية والحيوانية. وقد رأينا أن المملكة العربية السعودية قد شهدت طفرة هائلة حققت معها الاكتفاء الذاتي بنسبة ١٠٠ %في كثير من المواد الغذائية المطلوبة خصوصاً القمح، وهو من الحبوب الغذائية الاستراتيجية، إضافة إلى البيض والتمر والبطيخ. وإذا نظرنا إلى متطلبات الأمن الغذائي من الحبوب باستثناء الأرز عام ٢٠١٠ لدول المجلس يتبين أن السعودية وحدها تستطيع تحقيق كل احتياجات دول المجلس من الحبوب لو استمر إنتاجها الحالي قائماً. وإذا ما استمرت جهود التنمية الزراعية الحالية مستمرة، فإن دول المجلس قادرة في ظل التكامل الغذائي على تحقيق اكتفاء ذاتياً بنسبة ١٠٠% في معظم المواد الغذائية بما يوفر لها الأمن الغذائي الوطني، وهو أحد استراتيجيات دول المجلس. وإذا كانت مشكلة موارد المياه تمثل عقبة تحد من التنمية الزراعية الغذائية في معظم دول المجلس، فإن ضروريات الأمن الغذائي تقتضي تعاون دول المجلس في تطوير تقنية تحلية مياه الخليج بوسائل اقتصادية سواء بتطوير طريقة التناضح العكسي أو تطوير استخدام الطاقة الشمسية، وهى متوفرة جداً في بيئة دول المجلس بما يتيح لدول المجلس مصادر مياه عذبة لمواجهة احتياجات إنتاج الغذاء مستقبلا، وتخفيف الضغط على مصادر المياه الجوفية، وهي في معظمها مياه أحفورية غير متجددة أو بطيئة التجدد.

ومن هذا المنطلق يجب معالجة قضية تطوير موارد المياه وتنميتها من الآن حتى لا نواجه في المستقبل القريب بمشكلة نقص موارد المياه وقت مساس الحاجة لزيادة هذه الموارد المائية لمواجهة الاحتياجات المتزايدة من الغذاء التي يفرضها التزايد السكاني. إذ تشير تقديرات الأمم المتحدة أن مجموع سكان دول الخليج سيصل إلى ٤٩ مليون نسمة عام ٢٠٢٥م. وإذا أخذنا متوسط معدل النمو السكاني لدول المجلس عام ٢٠٢٥ الذي يبلغ ٢,١% سنوياً ، فإن عدد سكان دول المجلس سيتضاعف خلال ٣٥ سنة أي سيصل إلى نحو ١٠٠ مليون نسمة عام ٢٠٦٠. فهل تخطط دول المجلس لتأمين الغذاء لهذا العدد الكبير المتوقع خلال ٥٠ عام فقط؟ قضية يجب أن توليها دول المجلس اهتماماً كبيراً.

الفصل الثالث

مستقبل الطاقة

٣-١ مفهوم الطاقة

يحظى موضوع الطاقة في الوقت الحاضر باهتمام متزايد، ليس من العلماء فقط، بل من المهندسين والاقتصاديين والسياسيين، ورجال الأعمال أيضا، فكلمة طاقة من الكلمات الشائعة والمألوفة، فمثلاً نسمع كثيراً في وسائل الإعلام المختلفة عن أزمة الطاقة في العالم وضرورة المحافظة على الطاقة وعدم هدرها ونسمع عن البحث عن مصادر بديلة للطاقة ونسمع كذلك عن العمل علي التحول في اعتمادنا علي مصادر غير متجددة من الطاقة إلي الاعتماد علي مصادر متجددة من أنواع الطاقة. فما هي الطاقة؟

تتمثل الطاقة في أي مصدر من مصادر الحركة "الشغل" المؤدية إلى تحريك وتشغيل الآلات. ومن هنا يمكن تعريف الطاقة على أنها " المقدرة على بذل شغل ما". وتعتبر الطاقة في الوقت الحاضر من العناصر الاستراتيجية الفاعلة في زمني الحرب والسلم خاصة وأننا أصبحنا في عصر باتت فيه الآلة رمز لكل تقدم وتطور. ومن هذا المنطلق تعتبر مصادر الطاقة من الموارد المهمة التي لا تستطيع البشرية أن تستغني عنها في مسيرة حياتها. ومن ثم يعتبر نقص مصادر الطاقة في أي نظام بيئي أو دولة من الدول من المشكلات البيئية المعاصرة التي يجب أن نتصدى لها بكل قوة لنحقق ما يمكن أن نسميه "أمن الطاقة" في الوقت الحالي و المستقبل. ومما يشير إلى أهمية توفير مصادر الطاقة وتنميتها أن معدل استهلاك الطاقة السنوي على مستوى العالم يبلغ في المتوسط حوالي ٢,٥%. وتدل هذه النسبة على أن حجم استهلاك الطاقة يتضاعف مرة كل ٢٧ عام تقريباً، وهو معدل تزايد كبير يضع العالم أمام مشكلة بيئية ملحة. وتشير التقديرات المستقبلية أن معدل استهلاك العالم من الطاقة مع بداية هذا القرن سوف يبلغ ما يعادل ٢٠٨ مليون برميل نفط مكافئ/يوم ، سيخص النفط وحده منها ٧٠,٦ مليون برميل نفط مكافئ/يوم، أي بنسبة ٣٤% تقريباً.

وسوف نتناول في هذا الفصل مصادر واستهلاك الطاقة في النظام البيئي وكذلك أنواع الطاقة المستخدمة حالياً والمصادر البديلة للطاقة في المستقبل وعلاقة الإنسان بالطاقة ثم مستقبل الطاقة.

٣-٢ مصادر الطاقة في النظام البيئي

تتواجد الكائنات الحية فى حيز ضيق جدا من الأرض ويشتمل هذا الحيز على سطح الأرض والتربة، مياه البحيرات والمحيطات والأنهار والغلاف الجوى المحيط بالأرض. فى هذا الحيز تتفاعل الكائنات الحية مع بعضها البعض حيث يرتبط كل منها بالآخر بصورة مباشرة أو غير مباشرة من جهة، وبالمواد غير الحية والعوامل البيئية (ومنها الطاقة الآتية من الشمس والمواد الكيميائية المختلفة الموجودة فى الهواء والماء والتربة) من جهة أخري بحيث تكون جميعها مجتمعة النظام البيئي في شكله المتوازن المستقر. ومن أهم العوامل التى تتحكم فى استمرار عمل الأنظمة البيئية واستقرارها طاقة الشمس التي تعتبر أكبر مصادر الطاقة وفرة على سطح الأرض.

٣-٢-١ طاقة الشمس وانتقال الطاقة في الأنظمة البيئية

يتكون معظم الإشعاع الشمسي الذى يصل الأرض من أشعة الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية (وهى أشعة ضارة ـ تمتص بواسطة جزيئات غاز الأوزون في طبقات الجو العليا وجزيئات بخار الماء فى طبقات الجو السفلى). بدون هذا الاحتجاز للأشعة الضارة كانت ستنعدم معظم أشكال الحياة على الأرض. ينعكس حوالي ٣٤% من أشعة الشمس التى تصل الأرض إلى الفضاء ثانية بواسطة السحب. أما النسبة الباقية (٦٦%) فيستخدم معظمها فى تدفئة الهواء والأرض، وتبخير الماء وإتمام دورته، كما تنتقل إلى الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض أو على مقربة منه. وتعتبر طاقة الشمس هي المحرك لدوران العناصر الغذائية والمواد الكيميائية بين مخازنها فى الطبيعة وأجسام الكائنات الحية.

تستخدم النباتات الخضراء والطحالب جزء من طاقة الشمس في صنع المركبات العضوية بواسطة عملية البناء الضوئي. وبذلك يتحول هذا الجزء من الطاقة الشمسية إلى **طاقة كامنة** تكون مخزنة في المركبات العضوية التي كونها النبات، و عند تحريرها تكون قادرة علي بذل شغل ما بواسطة الكائنات الحية. وتستخدم هذه المركبات العضوية كغذاء للنبات والطحالب نفسها وللحيوانات التي تعتمد عليها كمصدر غذائي،كما تستخدم بطريقة غير مباشرة بواسطة الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على غيرها من الحيوانات. ويشار إلى حركة المواد العضوية الغذائية من النباتات والطحالب إلى الحيوانات المختلفة باسم انتقال الطاقة في الأنظمة البيئية.

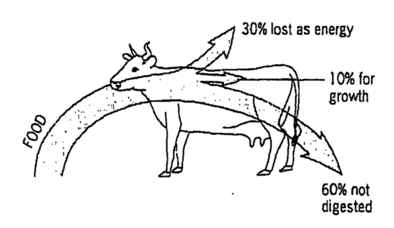
٣-٢-٢ المستويات الغذائية

يمكن وضع جميع الكائنات الحية في النظام البيئي في مجموعات تبعا لطبيعتها الغذائية، النباتات (المنتجات) – الحيوانات (المستهلكات) – المحللات (المختزلات). كل مجموعة من هذه المجموعات تكون حلقة من حلقات السلسلة الغذائية تسمى بالمستوى الغذائي. ويمكن وضع الحيوانات بدورها في حلقات أو مستويات غذائية مختلفة تبعا لأسلوبها أو طبيعة اعتمادها على النباتات كغذاء، (إن كان اعتماداً مباشراً كما في الحيوانات العشبية أو اعتماداً غير مباشر كما في الحيوانات التي تأكل اللحوم).

بناءً على هذا يمكن تعريف المستوى الغذائي بأنه حلقة من حلقات السلسلة الغذائية تضم النباتات و الحيوانات التي تحصل على غذائها من النباتات بنفس العدد من الخطوات. وتبعا لنظام تلك المستويات الغذائية هذا تحتل النباتات أو المنتجات الحلقة الأولى في السلسلة الغذائية أو المستوى الغذائي الأول. أما الحيوانات العشبية التي تتغذى على النباتات فتحتل الحلقة الثانية أو المستوى الغذائي الثاني وتسمى بالمستهلكات الأولية. وتحتل الحيوانات التي تتغذى على آكلات الأعشاب الحلقة الثالثة أو المستوى الغذائي الثالث وتسمى بالمستهلكات الثانوية، وهكذا.

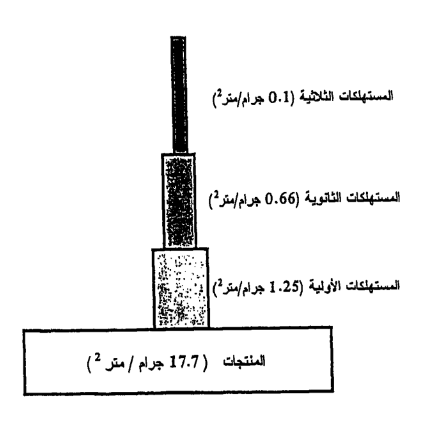
٣-٢-٣ أهرامات الطاقة

يستهلك الكائن الحي جزءا من كتلته الحية للحصول على الطاقة اللازمة لحياته وذلك عن طريق أكسدة هذا الجزء وتحرير ما به من طاقة، كما ينطلق جزء منها إلى البيئة المحيطة على هيئة حرارة. وبالتالي فإن كمية الطاقة أو المادة الغذائية التي تنتقل من المنتجات إلى المستهلكات الأولية تكون أقل من كمية الغذاء التي كونتها هذه المنتجات بمقدار الجزء الذي استنفذته في الحصول على الطاقة اللازمة لها لكي تعيش وتنمو. وبالمثل فإن كمية الغذاء التي تحصل عليها المستهلكات الأولية من المنتجات. فعلي سبيل المثال إذا تغذت بقرة على كمية من البرسيم لا تتحول كلها إلى كتلة حية في جسم البقرة ولكن ٦٠% تخرج كمواد غير مهضومة مع البراز، ٣٠% منها تؤكسد و تفقد على هيئة طاقة حرارية ويتحول ما تبقى أي ١٠% منها إلى كتلة حية (الشكل ٤).



شكل (٤) يوضح النسب المئوي لانتقال الطاقة من المنتجات إلى المستهلكات الأولية

بالمثل فإن كمية الغذاء أو المادة الحية التي تنتقل من المستهلكات الأولية إلى المستهلكات الثانوية تكون أقل مما حصلت عليه المستهلكات الأولية من غذاء بمقدار ما أنفقته في الحصول على الطاقة اللازمة لها لكي تستمر في الحياة. يتضح من هذا أن هناك جزءا من المادة الحية يفقد عند كل مستوى غذائي لأنه يستخدم في إنتاج الطاقة اللازمة لأفراد هذا المستوى. وتتراوح النسبة المئوية للكتلة الحية أو الطاقة التي تنتقل من مستوى غذائي إلي المستوى الذي يليه ما بين ٥ % ــ ٢٠% وهذا يعنى أن هناك فقداً يبلغ ٨٠% ــ ٩٥% وتعتمد نسبة هذا الفقد على نوع الكائنات الحية وعلى النظام البيئي الذي يحدث فيه هذا الانتقال للطاقة. ويمكن تمثيل كمية الطاقة الموجودة في المستويات الغذائية المتتالية بشكل هرمي يطلق علية هرم انسياب الطاقة، شكل (٥). ويفسر لنا هذا الهرم لماذا لا يستطيع الأفراد في البلدان ذات التعداد السكاني الكبير والموارد الغذائية المحدودة الحصول على نسبة كافية من اللحوم في غذائهم بل يكون اعتمادهم بدرجة كبيرة على الحبوب.



الشكل (٥) يبين هرم الكتلة الحية (الطاقة الكامنة) للكائنات الحية في نظام بيئي مائي

إنتاجية النظام البيئي

تسمى كمية المادة العضوية التي تكونها المنتجات في النظام البيئي بواسطة عمليات البناء الضوئي وفـي خلال فترة زمنية محددة بالإنتاجية الأولية الكلية للنظام البيئي. ومن المعروف أن المادة العضوية المتكونة ما هي إلا صورة من صور الطاقة. ويستهلك المنتجات جزء من هذه المادة العضوية في عملية التـنفس، أما ما تبقى منها فهي تختزنه على صورة كتلة حية.

الطاقة المستهلكة في
عملية التنفس
الإنتاجية الأولية الكلية ——————I—————— كتلة حية
"الإنتاجية الأولية النهائية "

وعلى هذا فإن الكمية الفعلية للطاقة التي تختزنها المنتجات على صورة مادة حية تعتمد على الفرق بين ما تكونه المنتجات فعلا من مادة عضوية وما تستهلكه من هذه المادة في عملية التنفس، وتسمى هذه الكمية الفعلية بالإنتاجية الأولية النهائية.

يستهلك الإنسان ويتلف حوالي ٤٠% من الإنتاجية الأولية النهائية على اليابسة أما النسبة الباقية فتستهلكها الكائنات الحية الأخرى وهى كائنات مهمة لحياتنا أيضا. ما الذي سوف يحدث لو تضاعف عدد سكان الأرض خلال الأربعين عاما القادمة وتم استهلاك ٨٠% من إنتاج اليابسة وبالتالي تم القضاء على الكثير من الأنواع الحية نتيجة لذلك؟

٣-٢-٤ انواع الطاقة في الماضي والحاضر

تتعدد مصادر الطاقة التي يستخدمها الإنسان، وتتنوع خصائصها وتتباين مصادرها، وبالتالي توزيعها الجغرافي، فمنها طاقة الإنسان والحيوان التي كان لها السبق بين مصادر الطاقة التي استغلها الإنسان، حيث استخدمت منذ قبل التاريخ في الحمل والجر وإدارة المركبات البسيطة، في كل مكان وجد فيه الإنسان. ومنها قوة اندفاع المياه الجارية التي استخدمت في إدارة الآلات والطواحين، وقد اقتصر استغلال هذه الطاقة أول الأمر على المناطق المجاورة للمجاري المائية التي تتوافر فيها بعض الشلالات الطبيعية بشرط عدم تجمد مياها، وكذلك الرياح التي استخدمت في إدارة الطواحين، أما الأخشاب فكانت تمثل أهم مصادر الطاقة المستخدمة في العالم قبيل الثورة الصناعية. أما الطاقة المعدنية ويقصد بها مصادر الطاقة ذات الأصل المعدني أي المستخرجة من باطن الأرض، والتي يأتي في مقدمتها الفحم، من حيث تاريخ الاستغلال على ناطق واسع، والذي بدأ بعد اكتشاف قوة البخار عام ١٧٦٩م، وقد تركز استخدامه حول مناجمه أو بالقرب منها بصورة خاصة.

وتأتي أهمية زيت البترول ودوره الخطير في الحياة البشرية خلال القرن التاسع عشر، بعد اختراع آلة الاحتراق الداخلي، ثم الغاز الطبيعي، ويتسم التوزيع الجغرافي لاستخدام زيت البترول، والغاز الطبيعي، من حيث كونها مصادر للطاقة بالاتساع، والانتشار الواسع، حيث لا يرتبط استغلالها بمناطق حقول الإنتاج كالفحم، وذلك لسهولة عملية نقلها وتعدد وسائلها وانخفاض تكاليفها.

ومن مصادر الطاقة التي يستخدمها الإنسان الطاقة الكهرومائية، التي تعتمد على توليد الكهرباء، إلى جانب الطاقة الكهروحرارية والتي يعتمد توليدها على مصادر وقود متعددة منها الفحم والبترول والغاز الطبيعي.

أما الطاقة النووية فقد بدأت بعض الدول المتقدمة كأمريكا ،وروسيا، واليابان، ودول غرب أوروبا، استغلالها في الأغراض السلمية مثل توليد الكهربـــاء. كما أن هناك مصادر طاقة جديدة مثل الطاقة الشمســية، والطاقــة الناتجة عن المد والجزر. تتنوع مصادر الطاقة لتشمل أنواع كثيرة مختلفة في خصائصــها وتأثيراتهــا البيئيــة. والطاقة التي يستخدمها الإنسان قد يحصل عليها من مصادر متجددة كالخشب، وحركة الرياح وحركــة الميــاه، وتمثل هذه المصادر نسبة قليلة من الطاقة المستخدمة ، إذ إن معظم الطاقة يحصل الإنسان عليها في هذا الوقــت من مصادر غير متجددة مثل لفحم والبترول والغاز الطبيعي، وهذه المصادر تعد وقــودا أحفوريــاً Fossil Fuels وعلى الرغم من أن مصادر الطاقة هي مصادر غير متجددة فإن الاستهلاك في تصاعد مستمر. وعلى ذلك يمكن تقسيم الطاقة إلى مجموعتين أساسيتين متميزتين هما:

- الطاقة غير المتجددة Non-renewable Energy

تتمثل الطاقة غير المتجددة في مصادر الطاقة ذات المخزون المحدد غير القابل للتجدد أو التعويض في فترة زمنية معقولة. ومن ثم فهي مصادر معرضة للنضوب أو النفاذ السريع إذا ما خضعت لمعدلات استخدام عالية مما يجعلها طاقة لا نستطيع أن نعتمد عليها بصورة دائمة على المدى الطويل. كما أنها طاقة ملوثة للبيئة (غير نظيفة) مما يجعل الاستمرار في استخدامها والتوسع فيها غير مرغوب بيئياً بعد أن أصبحت مشكلة التلوث معضلة هذا العصر ومصدر هموم البشرية. ويمثل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي (الطاقة المخزونة الأحفورية) والمعادن المشعة أهم مصادر هذه المجموعة.

- الطاقة المخزونة الأحفورية Fossil Fuels

تنتج هذه الطاقة المخزونة الناتجة عن البقايا النباتية أو الحيوانية في الصخور الرسوبية، ومعلوم أن النبات الحي يحبس الطاقة الشمسية بعمليات التمثيل الضوئي، ويخزنها في تركيبه الخاص الكيميائي، ومعظم هذه الطاقة تنطلق مرة أخرى بعد موت النبات وتحلله، وخاصة إذا دفنت في الطبقات الصخرية ، ومــن هنــا تأتي التسمية بالطاقة الأحفورية. وبما أن سرعة تجمع المواد العضوية في غاية البطء ، فهي إذاً تعتبــر من المواد غير المتجددة، وأهم أنواع الوقود الأحفوري الفحم والنفط والغاز الطبيعي، حيث الطاقة الناتجة من استخدام هذه المصادر تمثل ٩٣% من الطاقة المستعملة الآن.

من خلال استعراض الإحصاءات الخاصة باستخدام الطاقة في الوقت الحالي، يتبن لنا أن مصادر الطاقة غير المتجددة تسهم بالجزء الأكبر من الطاقة المستهلكة حيث يقدر نصيبها بنحو ٩٣ %. ونستطيع أن نتبين من الجدول التالي حصة كل مصدر من مصادر الطاقة غير المتجددة والمتجددة في حجم الطاقة المستهلكة في العالم.

وإذا ربطنا بين حجم الاستهلاك وجملة الاحتياطي للمصادر غير المتجددة في الوقت الحاضر، نجد أن العمر الافتراضي لمعظم هذه المصادر قصير إلى حد كبير حيث يتراوح بين ٥٠ ــ ١٠٠ سنة فقط باستثناء الفحم الذي يطول عمره الافتراضي أكثر من ألف سنة. وسوف ندرس كل مصدر من هذه المصادر لنتعرف على إنتاج واستهلاك وحجم الاحتياطي وتحديد عمره الافتراضي في المساهمة في توفير الطاقة كما هو مبين في جدول (٤).

جدول ٤. النسبة المئوية لحصة كل مصدر من مصادر الطاقة في العالم* (١٩٧٩ ــ ٢٠٠٠م)

	١٩٧٩	١٩٩١	٢٠٠٠ (تقدير)
أولا: المصادر غير المتجددة:			
النفط الطبيعي	٥٣,٨	٤٠,٢	٤٠
النفط الاصطناعي	٠,٢	٠,٤	١
الغاز الطبيعي	١٨	٢٢,٧	٢١
الفحم الحجري	١٧	٢٢,١	٢٢
المعادن المشعة	٣	٦,٦	٩
ثانيا: المصادر المتجددة:			
المساقط المائية والحرارة الأرضية	٨	٨	٧
الطاقة الشمسية	–	٠,٠٥	٠,١

المصدر: Energy Magazine Summer 1985 & Spring 1992

(*) باستثناء العالم الشيوعي

الفحم

يعتبر الفحم من أقدم مصادر الطاقة غير المتجددة استخداما، وأكثرها احتياطياً. إذ يرجع تاريخ استخدامه على نطاق واسع إلى بداية الثورة الصناعية التي اعتمدت على الفحم الحجري كمصدر رئيس للطاقة و الحرارة، ولكنه الآن فقد الكثير من أهميته بعدما حل محله البترول والغاز الطبيعي، ثم الطاقة الذرية أخيراً. وعلى الرغم من ذلك مازالت له بعض الاستعمالات المحدودة خاصة في التدفئة، ويستعمل كوقود، في صناعة الحديد والصلب والألومنيوم وبعض الكيميائيات.

رُتب الفحم وأنواعه

للفحم رُتب وأنواع تختلف في تركيبها وتتفاوت في نسب الكربون والمواد الطيارة والماء والرماد مثال ذلك:

١. البيت Peat أو الفحم الخشبي وتبلغ نسبة الكربون فيه ٦٠% وهو أدني رتبة من الفحم، ويمثل البقايا النباتية المحللة جزئياً ، ويستعمل أحياناً وقوداً.
٢. الليجنايت Lignite ويسمى أحيانا الفحم البني ، وبه ٧٤% من الكربون تقريبا وهو عادة شريطي وسهل التفتيت بعد أن يجفف ويفقد الماء.
٣. فحم البيتومين أو الفحم القاري Bituminous Coal، ويحتوي على ٨٠% إلى ٩٠% كربون، كثيف أسود اللون شريطي، بريقه شمعي وينكسر بسهولة إلى قطع منشورية، ونسبة الماء فيه قليلة والمواد المتطايرة متوسطة، ومع احتراقه يعطي لهباً أصفر وحرارة عالية وهو المفضل عادةً في الصناعة.
٤. الأنثراسيت Anthracite ، وهو أجود أنواع الفحم ويحتوي على ٩٥% من الكربون، أسود صلب، بريقه زجاجي إلى لؤلؤي ويحترق ليعطي حرارة عالية، وهو يفضل في الاستعمالات المنزلية للتدفئة. ويتركب الفحم من كربون، ونيتروجين، وهيدروجين، ومواد أخرى شائبة بنسب مختلفة منها الكبريت وهي مواد غير مرغوب فيها، وعموماً تزداد نسبة الكربون فيه من فحم البيت إلى الأنثراسيت وبالتالي ترتفع نسبة احتراق الفحم وجودته.

تكوين الفحم

يتكون الفحم نتيجة تحلل النباتات تحللا جزئياً بعيداً عن تيار الأكسجين الجوي، حيث تبدأ النباتات وأوراق الشجر في التحلل ببطء بفعل البكتريا، حيث تفقد الأكسجين ، والهيدروجين، والنيتروجين وجزء من الكربون يخرج كثاني أكسيد الكربون مع الماء، والنواتج الأخرى الطيارة، ولكن قرب القاع يقل نشاط البكتيريا تدريجياً ويقف تماما، عندما يصبح الماء خانقاً وساماً مميتاً لها، بذلك تقف عملية تحلل الأنسجة وتتراكم مخلفاتها لتعطي فحم البيت أو الخشب الصخري، مع دفن هذه المخلفات تحت المواد الطينية المترسبة، ومع تتابع ترسيب الطين فوقها، يبدأ فعل الضغط عليها، فتفقد المزيد من الأكسجين، وترتفع نسبة الكربون، ويتحول الفحم الخشبي إلى فحم بني أو ليجنايت، ثم إلى بيتومين. وقد يتعرض الفحم الناتج بعد ذلك لعمليات تحول Metamorphism ، تؤدي إلى تكون الأنثراسيت، وهي أنقى أنواع الفحم تحت تأثير الضغط والحرارة العالية، كما هو موضح في جدول (٥).

استخدامات الفحم

لقد قل استخدام الفحم حالياً، فبعد أن كان يستعمل للقاطرات البخارية أصبح الآن لا يستعمل على الإطلاق، فتحولت المصانع من قوة البخار إلى القوة الكهربائية. وأصبحت التدفئة والاستخدامات المنزلية تعتمد على الغاز الطبيعي بدلاً من الفحم.

ويحتل الفحم بذلك المرتبة الثالثة بعد النفط كمصدر للطاقة. ويشارك الفحم في توليد نسبة كبيرة من الطاقة الكهربائية الحرارية المستخدمة في العالم حيث يخصه حوالي ٥٨% من جملة الكهرباء المنتج في العالم محتلاً بذلك المركز الأول، يليه الطاقة النووية ١٧% ثم النفط والغاز الطبيعي ١٥,٥%.

احتياطي الفحم أكثر تمركزاً من النفط والغاز الطبيعي، إذ تملك ثماني دول ما يقرب من ٩٠% من احتياطات الفحم. وإن دولتين فقط هما روسيا والولايات المتحدة تملكان نصف هذا الاحتياطي كما هو في جدول (٦). و العمر الافتراضي للفحم الحجري طويل يبلغ نحو ١٧٩٠ عاماً. ولكن المشكلة تكمن في أن نسبة كبيرة من هذا الاحتياطي يصعب استغلاله لاعتبارات كثيرة منها:

- يوجد في مناطق وعرة جداً يصعب فيها الحركة والانتقال.
- بعضه يقع على أعماق كبيرة تحول دون سهولة استخدامه، وترتفع تكلفة إنتاجه إلى الحد الذي يجعل تعدينه غير اقتصادي.

- إضافة إلى دوره الكبير في تلويث البيئة إذ ينتج عند احتراقه كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون وغيرها من الغازات الملوثة للبيئة.

و إذا أخذنا الاحتياطي الذي يقع في مناطق مناسبة للتعدين وعلى أعماق مقبولة فإن العمر الافتراضي يتناقص إلى نحو ٤٠٠ سنة فقط.

جدول ٥. مراحل تكوين الفحم

فوق درجات الحرارة	الفحم (C)
من ٢٠- ٥٠ °م	تحول من بيت بني إلى ليجنايت
من ٥٠-١٠٠°م	تحت البيتوميني إلى الفحم البيتوميني
من ١٠٠-٢٠٠°م	الفحم البيتوميني إلى شبه الأنثراسيت
من ٢٠٠-٣٠٠°م	أنثراسيت
من ٣٠٠- ٤٠٠°م	فوق الأنثراسيت
من ٤٠٠-٥٠٠°م	جرافيت ضغط خفيف
من ٥٠٠-٦٠٠°م	جرافيت
من ٦٠٠°م فأكثر	الألمـــاس

جدول ٦. النسبة المئوية لاحتياط الفحم المؤكد والإضافي

الـــــــدولة	النسبة المئوية لاحتياط الفحم المؤكد والإضافي
الولايات المتحدة	٢٥,١ %
الاتحاد السوفيتي	٤٤,٢ %
الصين الشعبية	١٢ %
إنجلترا	١,٤ %
أستراليا	١,٦ %
ألمانيا الغربية	١,٨ %
بولندا	١ %
جنوب أفريقيا	٠,٣ %
الهند	١ %
جميع الدول أعلاه	٨٨,٤ %
بقية العالم	١١,٦ %
العالم	١٠٠ %

المصدر: د. زين الدين عبد المقصود (١٩٩٧): البيئة و الإنسان دراسة في مشكلات الإنسان مع البيئة. الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية.

النفـــــط

يعتبر النفط من أكثر مصادر الطاقة استخداماً في الوقت الحاضر، وقد اكتشف النفط قبل حوالي مائة عام، وشاع استعماله في البداية في الولايات المتحدة الأمريكية، منها انتقلت تكنولوجيا البحث عنـــه، وإنتاجـه واستعماله إلى مناطق أخرى. وقد اتسع استعمال النفط في العالم بعد الحرب العالمية الثانية بشكل كبيـــر، وتصاعدت معدلات إنتاجه واستهلاكه، بحيث أصبح في مقدمـــة مصــــادر الطاقـــة مـــن حيـــث الإنتـــاج والاستهلاك. ويرجع سبب انتشار النفط بهذا الشكل ا لسريع إلى الخصائص الفيزيائية التي يتمتع بها، من حيث سهوله نقله، وتخزينه، وارتفاع كمية الطاقة المخزونة في وحدة الوزن وتعدد استعمالاته.

أصل البترول ومراحل تكوينه

البترول والغاز الطبيعي هما بقايا حيوانات ونباتات من أصل بحري، فبينما تكون الفحم من بقايا نباتات وحيوانات تجمعت في مستنقعات فوق مستوى سطح البحر، يتكون البترول والغاز الطبيعي في بيئات رسوبية بحرية حيث نشاط البكتريا عال جداً، مثل المناطق القريبة من الشواطئ. ويلاحظ أن معظم البيئات البحرية غنية بالأكسجين مما يؤدي إلى تحلل بقايا الحيوانات والنباتات قبل الدفن بواسطة الرسوبيات، بينما المستنقعات راكدة فقيرة في الأكسيجين، وتقل فعاليتها مع الوقت، نتيجة لإفراز السموم من تحلل البكتريا واستهلاك جميع الأكسجين، مما لا يجعل هناك تحلل، ثم تمطر مع الوقت بالرسوبيات. أما بالنسبة للبترول فإن كمية كبيرة من بقايا الحيوانات والنباتات تدفن وتعزل عن الهواء في أوضاع ترسبيه بعيدة عن الشاطئ؛ ومع مرور الوقت يحدث تفاعل كيميائي، فيتحول جزء من أصل المواد العضوية إلى سوائل و غازات هيدروكربونية، تعرف بالبترول والغاز الطبيعي. وعندما يتكون البترول في الصخور الطينية (المصدر) فإنه يهاجر إلى صخور (المستودع)، وهي أماكن التخزين بعد أن يطمر مع الماء بسبب الضغط المتراكم على صخور المصدر، وبالطبع تستغرق هذه المراحل فترة طويلة من الزمن.

مراحل تكوين البترول

المرحلة الأولى

ينتج الكيروجين Kerogen، الذي إذا سخن إلى درجة ٤٨٠٠ °م يتحول إلى بترول ثقيل مشابه للبترول المستخرج من طبقات الأرض، الكيروجين يعتبر بترولاً غير تام التكوين.

المرحلة الثانية

يتحول إلى الإسفلت، وهو أردأ أنواع البترول، وهذا يتحول بدوره إلى الزيت الثقيل.

المرحلة الثالثة

يتحول إلى الزيت الخفيف البرافيني أو الشمعي، وهو أحسن الأنواع، ويزداد في الخفة بطول فترات التكوين إلى أن يتحول إلى غاز طبيعي.

وبناء على ذلك فإن جودة البترول الخام إسفلتياً أو ثقيلاً أو خفيفاً تعتمد على ما يلي:

١. درجة الضغط والحرارة العضوية والمدة الزمنية التي تعرضت لها المركبات العضوية تحت تأثير البكتيريا، وعلى نسبة الهيدروكربونات والبروتونات والأكسجين والأوزون.
٢. أثر المياه الجوفية التي تتسرب من خلال الطبقات الحاملة للبترول لما تحمله تلك المياه من أكسجين وكبريت وعناصر أخرى تؤثر على نوعية البترول.
٣. نوع المواد العضوية الأصلية التي نتج عنها البترول وطبيعتها.

أنواع البترول ونواتج تقطيره

يحتوي البترول على مواد هيدروكربونيه أليفاتيه، وأروماتيه، بالإضافة إلى نسب مختلفة من بعض المركبات الكبريتية والنيتروجينية، ويقسم البترول إلى عدة أنواع تبعاً لنسب مكوناته، وهناك نوعان رئيسان:

١. **البترول البرافيني** : وهذا يحتوي على نسبة عالية تصل إلى ٧٠ % من البرافينات والألكانات.
٢. **البترول الإسفلتي**: ويتميز هذا النوع بوجود نسبة عالية ٦٠ % أو أكثر من المركبات الإسفلتية.
٣. أحياناً يكون البترول وسطاً بين هذه المركبات.

ولا يستخدم البترول الخام مباشرة، بل يقطر تقطراً جزئياً نتيجة لاختلاف درجة غليان كل مركب.

نواتج التقطير

١. **نواتج غازية**

أ. غازات الميثان، والإيثان، وتستخدم في صناعة أسود الفحم.
ب. غاز البروبان والبيوتان ويستخدمان كوقود في المنازل.

٢. **نواتج سائلة**

الجازولين والكيروسين وزيت الغاز وزيت التشحيم والإيثر والبنزين والسولار والجـازولين وشـمع البرافين.

٣. **نواتج صلبة**

وهذه تشمل المواد المختلفة بعد عملية التقطير وتسمى القار، وتستخدم في رصف الطرق.

خصائص البترول السائل

إن أهم مؤشر للدلالة على جودة النفط الخام الذي يهتم به المنتج هو الكثافة النوعية مقاسة بوحـدة معهـد البترول الأمريكي (A.P.I) التي هي عبارة عن قياس لكثافة النفط وارتباطه بالكثافة النوعية مـن خـلال المعادلة التالية:

$$\text{كثافة النفط} (A.P.I) = \frac{١٤١,٥}{\text{الكثافة النوعية (جم / سم}^{٣}\text{)}} - ١٣١,٥$$

ويعتمد سعر النفط الخام على هذه الجودة ، فأقلها كثافة (أي أعلى A.P.I) هـو أثمنهـا، لأن الـنفط الخفيف يحتوي على نسبة عالية من المنتجات القيمة مثل الجازولين.

أماكن تواجد البترول أو المصائد البتروليـــة

الصخور المولدة للبترول Source Rocks

تعرف الصخور التي تكون فيها النفط بالصخور المولدة أو الصخور الأم، وهي تتكون، غالباً من الغضار (Clay)، السحيل (Shale)، أو المارل (Marl). وبعد أن تتكون في البترول الصخور المولدة فإنه يهـاجر منيا إلى طبقات ذات مسامية ونفاذية حيث يتجمع في مصيدة، وأهم العوامل التي تسـاعد علـى هجـرة البترول هي:

١. حركات القشرة الأرضية بسبب اختلاف الضغط، وبالتالي تحركات السوائل تحت سطح الأرض.
٢. الجاذبية الأرضية والتي تتسبب في فصل السوائل بحسب اختلاف الكثافة، حيث يكون الماء في الأسفل يعلوه النفط ثم الغاز الطبيعي.

وتتلخص أسباب هجرة البترول كالتالي:

١. انضغاط الطين أو صخور المصدر
٢. التوتر السطحي والخاصية الشعرية
٣. الطفو
٤. الكثافة أو الوزن النوعي
٥. حركة المياه الأرضية
٦. ضغط الغاز الطبيعي
٧. تماسك الصخر
٨. فعل البكتيريا

وتتميز الصخور المكمنية بالمسامية (Porosity) والنفاذية (Permeability) العالية، حيث المسامية تمثل النسبة بين حجم الفراغات والحجم الكلي للمكمن أو مخازن البترول في الطبيعة، بينما النفاذية هي قابلية الصخور لجريان السوائل من خلال فراغاته. ولكي يتجمع البترول بكميات تجارية كبيرة خلال هجرته، فإنه لابد من أن يصطدم بطبقات غطاء غير منفذه تعمل على وقف هجرة البترول، وأهم هذه الصخور الغطائية هي صخور الأنهيدريت والصخور الملحية.

الاحتياطي

هو التقدير التقريبي لكمية النفط المتواجدة في صخور المكمن، وهناك أنواع متعددة للإحتياطي منها كمية الاحتياطي المثبت، وهو مجموع كميات النفط أو الغاز المعروفة إلى حد أكيد ومعقول. أما الاحتياطي المرجح أو المكمن فهو الاحتياطي الذي يرجح وجوده في مناطق حاملة للنفط مجاورة لمناطق ثبت وجود النفط بها والاحتياطي المحتمل هو النفط المتوقع الحصول عليه، هذا يعني أن الاحتياطي المؤكد للخام المعدني في منطقة ما أكثر دقة في التقدير من الاحتياطي المحتمل، ولذا تكون كمياته أقل في العادة من كميات الاحتياطي المحتمل.

التنقيب عن النفط في الوطن العربي

يعود تاريخ بدء التنقيب عن البترول في الوطن العربي إلى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، وقد تحقق أول اكتشاف للنفط عام ١٩٠٧م في مصر، ١٩٠٩م في العراق، ولكن الاكتشافات الضخمة لم تتحقق إلا بعد ذلك، حيث اكتشف حقل كركوك في العراق عام ١٩٢٧م، تبعته الاكتشافات الرئيسية في الكويت والسعودية ثم الإمارات العربية المتحدة في الشرق العربي، ولم يكتشف النفط بمكيات كبيرة في أقطار شمال أفريقيا إلا في الخمسينات من القرن الماضي كما هو موضح في جدول (٧).

جدول ٧. تاريخ الاكتشافات البترولية في الوطن العربي.

القطر	تاريخ الاكتشاف	تاريخ بدء الإنتاج
أ- أقطار المشرق العربي:		
الجمهورية العراقية	١٩٠٩	١٩٣٤
دولة البحرين	١٩٣٢	١٩٣٢
دولة الكويت	١٩٣٨	١٩٤٦
المملكة العربية السعودية	١٩٣٨	١٩٣٨
دولة قطر	١٩٤٠	١٩٤٠
الإمارات العربية المتحدة	١٩٥٣	١٩٦٥
الجمهورية العربية السورية	١٩٥٦	١٩٦٨
سلطنة عمـــان	١٩٦٢	١٩٦٩
جمهورية اليمن الديمقراطية	١٩٨٢	—
المملكة الأردنية الهاشمية	١٩٨٣	—
الجمهورية العربية اليمنية	١٩٨٤	—
ب- الأقطار العربية في أفريقيا		
جمهورية مصر العربية	١٩٠٧	١٩١٤
المملكة المغربية	١٩٢٨	١٩٣٢
الجمهورية الجزائرية	١٩٥٦	١٩٥٦
الجماهيرية العربية الليبية	١٩٥٨	١٩٦١
الجمهورية التونسية	١٩٦٤	١٩٦٦
جمهورية السودان الديمقراطية	١٩٧٩	—

المصدر: د. فوزية محمد أحمد الرويح. موارد الأرض الطبيعية. الطبعة الأولى ١٩٩٩. مطبوعات جامعة الكويت.

الغاز الطبيعي

يقع الغاز الطبيعي في المرتبة الثانية من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد البترول، إذ يشكل الغاز ٢١% من مجمل الاستهلاك العالمي. وليس هناك نظرية متكاملة لتفسير كيفية نشأة الغاز، فهناك الغاز المصاحب للنفط، الذي تعزي النظريات العالمية إلى تكونه بالعوامل التي أدت إلى تكون النفط نفسه، وهناك حقول الغاز الطبيعي حيث يوجد الغاز وحدة دون النفط، ثم هناك نوع آخر من الغاز الذي يعتقد أنه تكون بتأثير العوامل التي أدت إلى تكون الفحم، ولهذه الأسباب مجتمعة، فإن تقدير المخزون من الغاز أمر أكثر صعوبة من تقديره في حالة الفحم والنفط.

ويشكل الميثان الجزء الأساسي من تركيب أنواع الغاز المختلفة، يليه بعد ذلك الإيثان، وبالإضافة إلى المركبين السابقين هناك نسب مختلفة من البروبان، والبيوتان، والنيتروجين، وأكسيد الكربون والمركبات الكبريتية. ويؤدي اختلاف التركيب هذا، إلى اختلاف قيمة الطاقة في الأنواع المختلفة من الغاز، فالغاز المستخرج من ألمانيا مثلا يحتوي على نصف قيمة الغاز المستخرج من الكويت (في ذات وحدة الحجم). ويبلغ احتياطي العالم من الغاز حوالي ٢٦٠٠ تريليون قدم مكعب، يمتلك الاتحاد السوفيتي حوالي ٣٠%، وأمريكا ١٠%، والدول العربية ١٥%. أما الدول غير العربية في منظمة الأوابك فتمتلك حوالي ٢٠% من الاحتياطي العالمي. ويتوزع الجزء المتبقي بين العديد من دول العالم في مختلف القارات.

أنواع الغاز

هناك نوعان من الغاز:

١- الغاز الطبيعي المنتج بمصاحبة البترول من حقول البترول،ويعد إنتاجا جانبيا.

٢- الغاز الطبيعي المنتج من حقول خاصة به (حقول غاز طبيعي).

النوع الأول

وهو الغاز الطبيعي المستخرج من حقول خاصة به، فلا يحتوي على نسب كبيرة من المشتقات البترولية، كم هو الحل بالنسبة للنوع الأول، إلا أنه يتميز بإنتاجه تحت ضغوط عالية جدا ، تمكن من توصيله بسهولة إلى مناطق الاستهلاك عبر خطوط الأنابيب، بالإضافة إلى عدم ارتباط إنتاجه بإنتاج البترول، بمعنى إمكانية التحكم في الإنتاج بحسب احتياجات السواق وإمكانيات التصريف.

النوع الثاني

يتميز بغناه بالمشتقات البترولية الخفيفة، كالبيوتين، وغاز البوتاجاز والجازولين الطبيعي والبـــروبين، ويرجع ذلك إلى أن الغاز الطبيعي هنا إما أن يوجد ذائبا في البترول الخام،أو معلقا به تحت تأثير الضغط والحرارة في مصيدة البترول، وعند سحب البترول من المصيدة، ينخفض الضغط في أثناء تحرك البترول الخام في اتجاه سطح الأرض، لذلك ينفصل الغاز الطبيعي عنه، ويظل حاملا للمشتقات المشار إليهـــا . وفي بعض الحقول تنفصل المشتقات عن الغاز الطبيعي الذي يعاد ضغطه جافا إلى الخزان البترولي فـــي باطن الأرض، من أجل المحافظة على ضغط مناسب في الآبار المنتجة، حيث إنه يســاعد فـــي ســحب البترول من الخزان الجوفي.

ويعتبر الغاز من أنظف أنواع الوقود لخلوه من الكبريت تقريبا، إضافة إلى عدم احتياجه إلى تكرير، وقد كان في السابق يقتصر استخدامه على مناطق الإنتاج، إلا أنه بعد تطور وسائل التخزين والنقل،ازداد استخدام الغاز الطبيعي في كثير من بلاد العالم.

مكونات الغاز الطبيعي

يمثل الغاز الطبيعي، والبترول في عصرنا الحاضر أهم المصادر الأساسية للطاقة. وكل منهما عبارة عن خليط من المواد الهيدروكربونية. فمثلا يتكون الغاز الطبيعي من الغازات التالية:

غاز الميثان ونسبته ٥٨ – ٩٢ %
غاز الإيثان ونسبته ٣ – ٢٤ %
غاز البروبان ونسبته ٢– ١٠ %
غاز البيوتان ونسبته ١– ٥ %
غاز البنتان ونسبته ٠,٥ –٣,٥%

كما توجد مختلطة معه بعض الغازات الأخرى مثل النتروجين، والأكسجين، وثاني أكسيد الكربـــون، وكبريتيد الهيدروجين، والغاز الأخير يوجد في الغاز المستخرج من الحقول بنسبة تصـــل إلـــى ٦,٤ %، ويسمى في الصناعة بالغاز الحامض، وهو غاز غير مرغوب فيه، ويجب التخلص منه في أثنـــاء عمليـــة التصنيع، وعند احتراق الغاز الطبيعي ينتج ثاني أكسيد الكربون والماء. ويتولد عن هذا التفاعل كمية مـــن

الطاقة الحرارية، ولقد قدرت الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتراق ٢,٧ متر مكعب من الغاز الطبيعي الجاف، فوجدت أنها تعادل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق ٥,٥ كجم من الفحم؛ ولذا يستخدم الغاز الطبيعي على نطاق واسع في كثير من البلدان العالم كمصدر للطاقة الحرارية في المنازل والمصانع.

استهلاك الغاز

يستهلك الغاز الطبيعي حاليا بكميات كبيرة في معظم أنحاء العالم، ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها: ارتفاع طاقته الحرارية، والتي تبلغ ٧٧٠٠ وحدة حرارية لكل جرام من الغاز الطبيعي، وهي طاقة تفوق مثيلتها المولدة من الفحم بأنواعه (٢٠٠٠- ٧٠٠٠) ومن الطاقة الكهربائية (٢٨٠٠). بالإضافة إلى نظافة احتراقه، وعدم وجود شوائب، أو عوادم تسبب تلوث الجو، وانخفاض تكلفة استخراجه إلى حد كبير، وسهولة نقله من مناطق الإنتاج إلى أسواق التصريف، وانخفاض تكلفة ذلك.

الغاز الطبيعي في الوطن العربي

تضاعف استخدام الغاز الطبيعي في الدول العربية أكثر من ١٦ مرة خلال الفترة ١٩٧٠- ١٩٩٤ من ٦ مليون طن مكافئ نفط إلى ٩٨ مليون طن مكافئ نفط وبذلك تكون مساهمته في إجمالي استهلاك الطاقة قد ارتفعت من ١٧% إلى ٣٧%.

احتياطي الغاز الطبيعي

١- أعظم احتياطي للغاز يوجد في الاتحاد السوفيتي حيث يشكل ٣٥% من احتياطي العالم.
٢- الجمهورية الإسلامية الإيرانية لديها ١٨,٤% من احتياطي العالم.
٣- الدول العربية حوالي ١٥%.
٤- الولايات المتحدة الأمريكية حوالي ٧,٢% من احتياطي العالم.

وتتوقع المصادر العلمية ألا تقل كميات الغاز الطبيعي غير المكتشف في الدول الرئيسة المنتجة للنفط عن ١٩ تريليون متر مكعب. كما تتوقع المصادر النفطية الغربية إن تتحول قطر إلى (سيبيريا) جديدة تشتمل على أكبر احتياطي غاز في العالم، حيث إن أكبر حقل غازي في قطر هو حقل الشمالي الذي مساحته ٦٠٠٠ كم^2

واكتشف عام ١٩٧١م، ويشكل هذا الحقل البحري امتدادا جغرافيا للأراضي القطرية على بعد ٧٠ كم باتجاه السواحل الإيرانية. وقد شبه بأنه حد كبريات الحقول العالمية، وبالتحديد الحقول السيبيرية الهائلة التي تزود أوروبا الغربية بقسم كبير من حاجاتها الغازية، ويقدر الخبراء بأنه إذا استخرجت من هذا الحقل ٨٠٠ مليون قدم مكعب من الغاز يوميا فإنه سيستمر في الإنتاج ١٠٠٠ عام على الأقل.

مكونات الغاز الصناعي

الغاز الصناعي خليط من الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، وهذا الغاز ذو أهمية صناعية بالغة يعتمد عليه في كثير من الصناعات المهمة. ويحضر الغاز الاصطناعي على نطاق واسع من الغاز الطبيعي، والغازات المتولدة من تقطير البترول، وتعتمد طريقة التحضير هذه على تفاعل غازات الهيدروكربونية، مثل الميثان، والبروبان بعد تنقيتها من المركبات الكبريتية مع بخار الماء في وجود بعض الفلزات، على أنه عامل مساعد عند درجات الحرارة العالية حوالي ٣٧٠ °م وتحت ضغط يعادل ٣٠ جوي.

الطاقة الكهربائية الحرارية Thermoelectric Power

وهي الطاقة التي تعتمد في توليدها على احتراق الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي، لذلك تتسم بالانتشار الواسع في الأقاليم المختلفة لإمكانية نقل المصادر المشار إليها، وخاصة البترول من مكان إلى آخر، كما أن التقدم التكنولوجي الكبير الذي حققه الإنسان خلال السنوات الأخيرة قلل من كمية الوقود اللازمة لتوليد الكهربائية الحرارية، لذلك لا ترتبط مراكز توليد الطاقة الكهربائية الحرارية بمواطن إنتاج مصادر الوقود، مما أسهم في الانتشار الواسع لهذا النوع من الطاقة إلى جانب اتساع دائرة العديد من الصناعات التي تعتمد عليه.

وتعتمد الدول المنتجة للفحم والبترول والغاز الطبيعي على هذه المصادر في توليد الكهرباء الحرارية، كما في بريطانيا، وروسيا، وألمانيا، وبولندا، وأمريكا، والمملكة العربية السعودية والدول العربية المطلة على الخليج، وجمهورية إيران الإسلامية وليبيا وفنزويلا، وتسهم الطاقة الكهربائية الحرارية بنحو ثلثي إنتاج العالم من الكهرباء.

تتمثل في اليورانيوم والثوريوم والبلوتونيوم وغيرها من المواد المشعة التي تستخدم على نطاق واسع حالياً في إنتاج الطاقة الكهرونووية. وكان بداية استخدامها مأساوية حيث استخدمت في الحـرب العالميـة الثانية، التي انتهت بمأساة مدينتي هيروشيما ونجازاكي باليابان. وإذا كان استخدامها قد انتقل بعـد ذلـك للأغراض السلمية وخاصة في مجال توليد الطاقة الكهرونووية، فإنها من مصادر الطاقة غير المرغـوب فيها بيئياً لما يصاحب استخدامها من مخاطر التلوث الإشعاعي. ولكن الدول الصناعية الكبرى من منطلق الحاجة إلى المزيد من الطاقة لمواجهة احتياجاتها المتزايدة، فإنها تحاول أن تزيد من استخدام المفـاعلات النووية في هذا المجال رغم مخاطرها البيئية، فقد بلغ معدل نمو الطاقة النووية حوالي ١٥% سنوياً خلال عشرين عاما (١٩٦٠ ــ ١٩٨٠). وأشار تقرير الوكالة الدولية للطاقـة (١٩٨٦)، أن الطاقـة النوويـة ارتفعت نسبة استهلاكها خلال عامي ١٩٨٤ و١٩٨٥ بنسبة تبلغ ١٧,٥%. ويقدر أنها توفر فـي الوقـت الحاضر (٢٠٠٢) حوالي ٩% من جملة الإنتاج العالمي للطاقة. ويوجد حالياً ٥٢٥ مفاعلاً نووياً تعطـي حوالي ٣٨٣ ألف ميجا وات، مقابل ٣٤٥ مفاعلاً (١٩٨٤) تنتشر في ٣١ دولة أنتجت فـي عـام ١٩٨٤ حوالي ٢١٩,٧ ألف ميجا وات وكانت الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج للطاقة الكهرونووية بنسـبة ٣١,٤%، يليها فرنسا ١٥%، والاتحاد السوفيتي ١٠,٨%، اليابان ٩,٥% ، ألمانيا ٦,٦% ثـم بريطانيـا ٤,١%.

وما دمنا بصدد الحديث عن الطاقة الإشعاعية النووية، فإن السؤال الملح هو: هل التوسع في استخدام المعادن المشعة كمصدر طاقة أمر مرغوب فيه بيئياً؟ وهل العالم إذا ما استخدام هذه الطاقة المشعة قـادر على توفير الخامات اللازمة لها على المدى الطويل؟

بالنسبة للسؤال الأول، تختلف الآراء ما بين مؤيد ومعارض. فالاقتصاديون ورجال الصـناعة مـن منطلق تحقيق منافع اقتصادية بحتة، فهم يؤيدون التوسع في استخدام هذه الطاقة النووية كمصـدر لتوليـد الكهرباء لمواجهة احتياجات العالم المتزايدة. والواقع أنهم لا يقيمون وزناً للمخاطر البيئية الناجمة عن أي خلل أو انفجار للمفاعلات النووية اعتقاداً منهم أنهم قادرون على احتواء أي خلل أو انفجار، وهو اعتقـاد ثبت أنه خاطئ. وكان حادث احتراق أحد المفاعلات النووية في محطة تشـرنوبيل (٢٦إبريـل ١٩٨٦) بالقرب من مدينة كييف عاصمة أوكرانيا، دليلا قويا علي خطأ هذا الاعتقاد. إذ لم يستطع الاتحاد السوفيتي وقت ذلك رغم تفوقه العلمي والتقني أن يحتوي هذا الحريق ويمنع تسرب الإشعاعات النووية التي غطت معظم القارة الأوربية، التي عاشت حالة ذعر من مردودات هذا الإشعاع على النبات والحيوان والإنسان. ولعل هذا الحادث يدعم وجهة نظر البيئيين وأنصار حماية البيئة في ضرورة الحد من استخدام هذه الطاقة

النووية مهما كانت الدوافع الباعثة على استخدامها. إن هذا الحادث هو بمثابة إنذار وتحذير للدول النامية التي لا تزال تلهث في طلب الحصول على مفاعل نووي.

لقد آن الأوان أن تعيد الدول الصناعية النظر في أمر هذه الطاقة وتضبط استخدامها، وتسعى لمنع انتشارها تمهيداً للاستغناء عنها نهائياً. وإذا كانت الدول لا سيما الصين وألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي أكدت مجدداً (في أعقاب حادث تشرنوبيل) على سياستها المؤيدة للتوسع في استخدام الطاقة النووية، إلا أن هناك دولا كثيرة بدأت تتخذ موقفاً غير رسمي ضد استخدام الطاقة النووية مثل استراليا والنمسا و الدانمرك ولوكسمبورج ونيوزيلندة والنرويج والسويد.

والواقع أن قضية الطاقة النووية لم تعد قاصرة فقط على احتمالات تسرب الإشعاع النووي في أثناء التشغيل أو نتيجة حدوث انفجار، وإنما أصبحت قضية التخلص من النفايات المشعة إحدى النتائج الخطرة للتوسع في استخدام الطاقة النووية. وبدأت دول عديدة تدرس من جديد مسألة السلامة البيئية بضرورة إيجاد حل آمن لقضية التخلص من هذه النفايات المشعة عالية الخطورة. أما بالنسبة للسؤال الثاني الخاص بمدي توفر الخامات اللازمة لتوليد الطاقة النووية، فإن الكثير من الدراسات تبين أنه لو حدث توسع في استخدام المعادن المشعة، فإن الاحتياطي المعروف حالياً مهدد بالنفاد في فترة قصيرة نسبياً. ومن ثم فهي طاقة مؤقتة شأنها في ذلك شأن مصادر الطاقة غير المتجددة الأخرى.

من هذه المناقشة يتبين لنا أن مشكلة الطاقة غير المتجددة، التي تمثل الطاقة الأكثر استخداماً في الوقت الحاضر، تتبلور في نقطتين أساسيتين هما:

أ. أن احتياطي مصادر هذه الطاقة ، باستثناء الفحم الحجري، معرض للنضوب في فترة زمنية قصيرة لا تتعدى قرنا من الزمان في أحسن التقديرات.

ب. أن هذه المصادر غير المتجددة كلها ملوثة للبيئة لما تطلقه من نفايات أو غازات وإشعاعات نووية غاية في الخطورة. ومن ثم فهي مصادر غير مرغوب التوسع في استخدامها من وجهة النظر البيئية لمردوداتها الخطيرة. ومن ثم فإن البحث عن بدائل متجددة، وغير ملوثة للبيئة يعتبر خطوة مهمة على الطريق لحل مشكلة الطاقة من ناحية، ومشكلة التلوث من ناحية أخري.

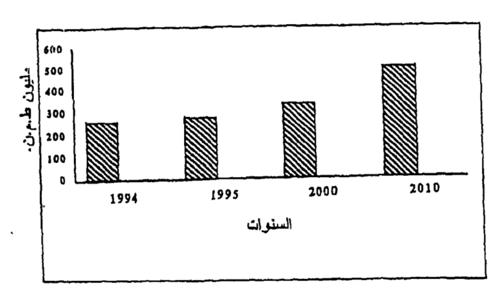
٣-٣ استهلاك الطاقة في النظام البيئي

٣-٣-١ مستقبل الوقود الأحفوري البترولي

يحتل موضوع الطلب على النفط والطاقة في الدول العربية أهمية كبرى سواء للدول المصدرة أو المستوردة له، وأن مصادر الطاقة الأولية فيها تنحصر بشكل رئيس في النفط والغاز الطبيعي، ولقد تضاعف استهلاك الدول العربية من الطاقة تزايداً كبيراً.

- إذ ازداد من ٧٠٠ ألف برميل مكافئ نفط يومياً في عام ١٩٧٥إلى ما يعادل ٥,٣ مليون برميل مكافئ نفط يوميا في عام ١٩٩٤م.
- كما تضاعف استخدام الغاز الطبيعي في الدول العربية مرتفعاً من ٦ مليون طن مكافئ نفط إلى ٩٨ مليون (ط.م. ن).
- أما الطاقة الكهرومائية والفحم فإنهما لا يشكلان سوى نسبة ضئيلة من إجمالي استهلاك الطاقة.
- ففي عام ١٩٩٤م بلغ نصيب المنتجات النفطية والغاز الطبيعي معاً ٩٦%، مقابل ٤% للطاقة الكهرومائية والفحم. كما تشكل المنتجات النفطية المصدر الرئيسي للطاقة في الدول العربية.

وتدل المؤشرات على أن طلب الطاقة بالدول العربية سيصل إلى ٥٠٠ مليون طن مكافئ نفط أي ما يعادل ١٠ مليون برميل مكافئ نفط يومياً في عام ٢٠١٠ مقابل ٢٥٨مليون طن مكافئ نفط في عام ١٩٩٤م، أي أن الاستهلاك سينمو بمعدل قدره ٤% شكل (٦).



شكل (٦) توقعات الطلب على الطاقة في الدول العربية عام ١٩٩٤ - ٢٠١٠م

إن دول مجلس التعاون الخليجي تسعى إلى إعادة هيكلة صناعتها الوطنية لتتلاءم مع مرحلة منظمة التجارة العالمية. بحيث يتم التركيز في السنوات المقبلة على إقامة مشاريع تتوافر لها أفضليات نسبية في دول مجلس التعاون، وإن هناك استعدادات كبيرة لتنمية صناعة النفط والمنتجات النفطية التي تملك عوامل النجاح والمنافسة في دول المجلس، حيث سيتم إنفاق ما يقارب ٢٠ مليار دولار في السنوات العشر القادمة لتطوير مصافي النفط العاملة وإقامة مصاف جديدة في هذه الدول، ويشكل النفط المكرر بدول المجلس في الوقت الحاضر ١٤,٨% فقط من إجمالي إنتاج النفط الخام في دول مجلس التعاون، إلا أن هذه النسبة يتوقع لها أن ترتفع إلى ٢١% من الإنتاج الكلي للنفط الخام بدول المجلس في عام ٢٠٠٧م، وإن صناعة النفط في كل من الكويت وقطر وعمان، تشهد توسعات مهمة لسنوات العقد القادم، بحيث يمكن اعتبار دول المجلس ليست أهم منتج للنفط الخام فحسب، وإنما أهم مركز في العالم في القرن الحالي. ويتضح من الجدول (٨) أن طاقة تكرير النفط في دول مجلس التعاون سوف ترتفع بنسبة ٩٠% خلال سنوات العقد الحالي.

تتجه أقطار العالم إلى إيجاد البدائل على البترول، حيث أن سرعة استهلاكه شديدة ومتزايدة، وبينما الكمية محدودة وغير متجددة، ولذلك لا مفر من النضوب في الوقت القريب، ومن أهم هذه البدائل:

• الرواسب البتومينية Bituminous Deposits

حيث يتواجد البترول على هيئة قار (قطران)، يملأ الفراغات بين الرمال، ويطلق على هذا النوع من المركبات البترولية أسماء مختلفة منها البيتوميني Bitumen، قار Tar، إسفلت Asphalt ، بتش Pitch. والبيتوميني سائل شديد اللزوجة ، ويبقى ساكناً في الفراغات بين الحبيبات الرملية، ويتحرك فقط بعد التسخين، ولذلك نجد أن الطبقات الرملية المتشبعة بالرواسب البيتومينية عند انكشافها للشمس تعطي نزيفاً من قطرات البيتوميني السائلة. وهناك طريقتان لتجميع البيتوميني في الرمال:

أولاً : ينتج بعد أن يجف البترول السائل الموجود سابقاً في الصخور الخازنة.

ثانيا : يتجمع أو يترسب متزامناً مع ترسيب الرمل على هيئة كريات بيتومينية.

جدول ٨. طاقات تكرير النفط والتوسعات المستقبلية في دول مجلس التعاون الخليجي

القطر	إنتاج النفط (مليون برميل يوميا) ١٩٩٦م	الطاقة التكريرية (ألف برميل يومياً) ١٩٩٦م	% التكرير من إجمالي الإنتاج	الطاقة التكريرية المتوقعة في عام ٢٠٠٧
الإمارات العربية المتحدة	٢,٢٥٠	٢٠٥	٩,١	٧٥٠
دولة البحرين	٠,١٨٠	٢٥٠	١٣٩,٠	٢٥٠
المملكة العربية السعودية	٨,٢٠٠	٦٥٠	٧,٩	١,٧٠٠
سلطنة عمان	٠,٩٥٠	٥٠	٥,٣	١١٠
دولة الكويت	٠,٥٤٠	٨٠	١٤,٨	١٣٠
دولة قطر	٢,٢٠٠	٨٦٠	٣٩,١	١,٠٥٠
الإجمالي	١٤,٣٢٠	٢,٠٩٥	١٤,٦	٣,٩٩٠

- المصدر: د. فوزية محمد أحمد الرويح. موارد الأرض الطبيعية. الطبعة الأولى ١٩٩٩. مطبوعات جامعة الكويت.

وأشهر تجمع للرواسب البيتومينية هو ذلك الموجود في كندا (منطقة ألبرتا)، حيث يطلق عليه رمال الغاز (Oil Sand) أو الرمل الزيتي، ويرجع عمر هذه الصخور إلى العصر الطباشيري ويقدر الاحتياطي من

هذا النوع بحوالي ١٣٥٠بليون برميل من البيتوميني، أي أكثر من ضعف احتياطي العالم من البترول بحسب التقدير السالف. ويستغل هذا النوع فقط في الأماكن القريبة من السطح حيث يقلب مع ماء حار، فترسب الرمال إلى القاع، ويطفو الزيت على السطح. أما عن استخلاص الزيت من الطبقات تحت السطحية المشبعة البيتوميني فيتطلب أن يسخن الرمل الزيتي بالبخار، وإذا تمكن الإنسان من تطوير طرق للاستخلاص، وتغلب على المشاكل الأخرى، فسيكون هذا المصدر الأحفوري الضخم مصدراً رئيسياً للطاقة.

• الطين الصفحي البترولي Oil Shale

وهي صخور جيرية طينية (lime-mud) وما تحويه من مركبات هيدروكربونيه، ليس بترولاً بالمعنى الحقيقي ، وإنما هو مادة شمعية تسمى كيروجين Kerogen ، تكون ملتصقة بالجير ، وعندما يتم طحن الصخر الزيتي ثم يسخن إلى ٤٨٠ °م تقريباً يتحول الكيروجين إلى بترول، ويطرد بصورة سائل. والمادة الصخرية الحاوية على الزيت إما أن يتم تعدينها على السطح إذا كانت قريبة منه، وإما أن تحرق في مناجم تحت الأرض، ثم تسحب وتضخ إلى السطح، والاحتياطي العالمي لهذا النوع يقدر بحوالي ١٨٠٠ بليون برميل من النفط. وإذا كان البعض يحاول أن يخفف من حدة مشكلة الطاقة في المستقبل من خلال اكتشاف احتياطي كبير لمصادر نفطية غير تقليدية مثل رمال القار Tar Sand والصخر النفطي أو الطين الصفحي البترولي Oil Shale، فإن طرق استخراج النفط منها فيما يعرف بالنفط الاصطناعي لا زالت عالية التكاليف، وتحتاج إلى تقنية متقدمة جداً وطاقة كبيرة مما يقلل من احتمال التوسع في استخراج النفط منها على الأقل في الوقت الحاضر، أو في المستقبل القريب. وإذا كان استخراج النفط من رمال القار والصخر النفطي سيزيد من الاحتياطي العالمي، فإن المشكلة ستظل قائمة ممثلة في احتمالات نضوب النفط الطبيعي والاصطناعي لا محالة في زمنية قليلة من ناحية، واستمرار دوره طوال فترة استخدامه في زيادة حدة مشكلة التلوث من ناحية أخرى.

٣-٣-٢ احتياطات البترول المكتشفة في الوطن العربي

يتركز مخزون النفط في منطقة الشرق الأوسط في منطقة الخليج والجزيرة العربية، وتتركز هذه الكمية في دول الخليج العربي والجزيرة العربية والعراق. يأتي الاتحاد السوفيتي في المرحلة الثانية، من حيث مخزون النفط، ثم الولايات المتحدة، و بعض دول أمريكا الجنوبية، أفريقيا، وشرق جنوب شرق آسيا

وأستراليا، وتحتوي السعودية على ٤٠% من نفط الشرق الأوسط حوالي (١٤٠ بليون برميـل). ولقـد ذكرت الإدارة الجيولوجية في وزارة الداخلية الأمريكية أن العالم يملك احتياطي بترول تقليديا يكفيه لمـدة ٦٠ عاماً، إذا استمر معدل الاستهلاك على وضعه الحالي، فإن الشرق الأوسط سوف يقوم بدور رئيسـي كمورد للبترول على المدى القصير، لأن احتياطيه يمثل أكثر مائة مثل حجـم إنتاجـه السـنوي، أي أن احتياجه سيستمر أكثر من مائة عام بالمعدل الحالي لاستخراج البترول، ويمتلك الشرق الأوسط ٥١٩ مليار برميل احتياطي أي حوالي ٤٢% من البترول التقليدي العالمي. ولكن بعد هذه الفترة سـيكون لاحتيـاطي البترول غير التقليدي الزيت الثقيل والغاز، الذي يتركز معظمه في فنزويلا وكندا الأهمية كمورد للطاقة.

يملك الوطن العربي احتياطات هائلة من النفط والغاز، وقد بلغت احتياطيات النفط المؤكدة في الوطن العربي والتي هي بالتعريف الاحتياطيات التقليدية والمؤكدة بواسطة الآبار، والقابلة للاسـتخراج ضـمن الشروط التقنيـة الحالية والأسعار السائدة في ١/١/١٩٩٥م حوالي ٦٢٨,٨ مليار برميل منهـا ٥٧١ مليار برميل في أقطار المشرق العربي، و ٥٧,٨ مليار برميل في أقطار شمال أفريقيا كما في جدول (٩). أما بالنسبة للغاز، فقد قدرت احتياطيات الوطن العربي منه في ١/١/١٩٩٥م بحوالي ٣١ تريليـون متـر مكعب منها ٢٤,٢ تريليون متر مكعب في المشرق العربي، ٦,٨ تريلون متر مكعب في شـمال أفريقيـا، وتعادل هذه الكميات ٢١% من الاحتياطي العالمي الذي يساوي حوالي ١٤٨ تريليون متر مكعب.

جدول ٩. احتياطي النفط العربي (حتى ١٩٩٥/١/١م، مليار برميل) والاحتياطي المكتشف في الأقطار العربية المنتجة للنفط.

القطر	الاحتياطي الحالي ١٩٩٥/١/١م	الاحتياطي العالمي %	الاحتياطي المكتشف
أ- أقطار المشرق العربي:			
الإمارات العربية المتحدة	٩٨٠١	٩,٦	١١٤,٠
دولة البحرين	٠,٢	—	١,١
الجمهورية العراقية	١٠٠	٩,٨	١٢٤
دولة الكويت	٩٦,٥	٩,٤	١٢٦
دولة قطر	٣,٧	٠,٤	٩,١
المملكة العربية السعودية	٢٦١,٢	٢٥,٦	٣٤٢,٢
الجمهورية العربية السورية	٢,٥	٢,٠	٤,٨
سلطنة عمـــــان	٤,٨	٠,٥	٩,٧
جمهورية اليمن الديمقراطية	٤	٠,٤	٤,٦
مجموع المشرق العربي	٥٧١	٥٥,٩	٧٣٥,٤
ب- الأقطار العربية في أفريقيا:			
الجمهورية الجزائرية	٩,٢	٠,٩	١٩,٨
جمهورية مصر العربية	٣,٢	٠,٦	١٠,٥
الجماهيرية العربية الليبية	٤٥	٤,٤	٦٤,٩
الجمهورية التونسية	٠,٤	—	٢,٣
مجموع أقطار أفريقيا	٥٧,٨	٥,٦	٩٧,٥
المجموع الكلي	٦٢٨,٨	٦١,٥	٨٣٢,٩

- المصدر: د. فوزية محمد أحمد الرويح. موارد الأرض الطبيعية. الطبعة الأولى ١٩٩٩. مطبوعات جامعة الكويت.

٣-٤ المصادر البديلة ومستقبل الطاقة

تكمن مشكلة الطاقة بداية في نضوبية النفط لمحدودية مصادره، ومع ارتفاع الطلب عليه بشكل لا يمكن الاستمرار فيه لفترة طويلة، فالبحث عن مصادر بديلة أمر لا بد منه، سواء ارتفع سعر النفط أم لم يرتفع، وسواء كان النفط عربياً أم غير عربي. فحقيقة الأزمة تكمن في تزايد استهلاكه بنسب عالية بسبب رخص سعره. وبالإضافة للنفط يعتمد العالم حالياً على الغاز الطبيعي، الفحم، والطاقة النووية، والمائية، وفيما عدا الطاقة المائية فالمصادر الأخرى هي مصادر ناضبة، وتشكل نحو ٩٣% من إمدادات الطاقة العالمية. وبذلك يمكن تقسيم مصادر الطاقة إلى الآتي:

١. مصادر طاقة غير متجددة حالية
٢. مصادر طاقة جديدة غير متجددة
٣. مصادر طاقة جديدة متجددة

٣-٤-١ مصادر الطاقة غير متجددة المستخدمة حالياً

توجد في العالم احتياطات مؤكدة قابلة للاستخراج اقتصادياً وبتكنولوجيات متوفرة فالمصدر الأكثر وفرة وهو الفحم يمد العالم بحوالي ٢٤% من احتياطاته للطاقة. إن احتياطي النفط المؤكدة لا تكفي بمستوى استهلاكها الحالي أكثر من ٢٩ سنة، بينما تكفي احتياطيات الفحم بمستوى استهلاكها الحالي لما يزيد عن مائتي سنة.

٣-٤-٢ مصادر الطاقة غير المتجددة الجديدة

بالإضافة إلى المصادر الناضبة الحالية هناك مصادر طاقة ناضبة جديدة يجري تطويرها وهذه المصادر هي: النفط والغاز المستخلصان من الفحم، والنفط المستخلص من رمال القار والصخور الزيتية، ويسمى النفط والغاز المستخلصان من هذه المصادر الثلاثة بالوقود الصناعي، واحتياطي رمال القار والصخور الزيتية معروفة منذ فترة طويلة ولكنها لا تنتج بشكل تجاري مهم، وهناك استغلال للصخور الزيتية في روسيا والصين، كما أن هناك استغلالا لنفط رمال القار في كندا، كما نجد أن حوالي نصف احتياطي العالم المؤكدة من النفط موجودة في خمس دول عربية أعضاء منظمة الأوابك، وهي: السعودية، والكويت، والعراق، والإمارات العربية المتحدة، والجماهيرية الليبية.

٣-٤-٣ مصادر الطاقة المتجددة الحالية و الجديدة والمستقبلية

تمثل مجموعة الطاقة التي تتجدد تلقائياً، ولا تتعرض للنفاذ ، مما يؤمن استمرارية وجودها دون خوف من خطر النضوب أو النفاد، وهي في نفس الوقت مصادر طاقة غير ملوثة للبيئة ، فهي طاقة نظيفة. ومن ثم فهي طاقة مرغوبة بيئياً واقتصادياً ومستقبلياً، حيث تحقق للبشرية تأمين احتياجاتها من الطاقة إلى ما شاء الله. هناك مصادر طاقة جديدة يجري العمل على تطويرها على أساس أنها متجددة ودائمة، ومن بين هذه المصادر مصادر محدودة، كما هو الحال في: الطاقة المائية، وطاقة الحرارة الجوفية، والطاقة العضوية، وطاقة الرياح، وطاقة فوارق حرارة المحيطات والمد والجزر والأمواج. وهناك مصادر غير محدودة نسبياً مثل: الطاقة الشمسية والاندماج النووي والهيدروجين، وهذه المصادر وإن كانت لم تستخدم بعد على نطاق كبير، فإنها تحظى باهتمام العالم و بصفة خاصة الدول الصناعية في أعقاب أزمة النفط العالمية عام ١٩٧٣، وتزايد حدة مشكلة التلوث الناجمة عن التوسع في استخدام الطاقة الحفرية. فقد زادت مساهمة الطاقة المتجددة في توفير الطاقة العالمية من ٥% في عام ١٩٧٥ إلى ١٠% في عام ١٩٨٦ وهذه الزيادة في تصاعد كل عام ولو أنها مازالت حتى الآن حصتها محدودة، ولقد أثبتت التجارب والأبحاث المختبرية والميدانية إمكانية استخدام هذه الطاقة على نطاق واسع. ولعل الكوارث والمصائب التي تنجم عن التوسع في المصادر غير المتجددة والملوثة، تعجل بتطوير وتنمية مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة لإنقاذ البشرية من هذه الكوارث. وتتمثل هذه المصادر المتجددة التي تمثل بدائل طاقة آمنة في: الطاقة الكهرومائية، والشمسية، والحرارة الأرضية، والريحية، والطاقة البيولوجية، وطاقة الهيدروجين.

وسوف نناقش كل مصدر من هذه المصادر على حدة لنتبين دوره الحالي في مجال إنتاج الطاقة، والجهود التي بذلت لتطويره وتنميته، وإمكانية استخدامه في المستقبل المنظور.

الطاقة الكهربية

حتى تتكامل الصورة عن مصادر الطاقة الرئيسية في العالم المعاصر يجب أن نتناول الطاقة الكهربائية، التي يعتمد في توليد كميات كبيرة منها في العالم على مصادر الوقود المعدني (الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي والمعادن المشعة) وقد أصبح المستهلك من الكهرباء يشكل نحو ٦% من جملة الطاقة المستغلة في العالم، كما أنها تلعب دوراً رئيسياً في توطن العديد من الصناعات، وإلى اتخاذها لقياس مدى التقدم الحضاري والتكنولوجي لأية دولة في العالم. وتختلف الكهرباء عن الفحم والبترول والغاز الطبيعي والمعادن المشعة في أنها ليست مصدراً للطاقة، ولكنها هي نفسها الطاقة التي استغلها الإنسان في التوليد

إما مساقط طبيعية (الشلالات) أو اصطناعية (السدود المقامة على المجاري المائية)، أو احتراق مصادر الطاقة السابقة (فحم، النفط، وغاز طبيعي).

طرق توليد الطاقة الكهربائية Generation of Electrical Energy

إن عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة لهذه الطاقة، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذلك أنواع الاستهلاك وأنواع الوقود ومصادره كل ذلك يؤثر في تحديد نوع المحطة ومكانها وطاقتها.

أنواع محطات توليد الطاقة الكهربائية

١. محطات التوليد البخارية

تعتبر محطات التوليد البخارية محولات للطاقة (Energy Converter) وتستعمل هذه المحطات أنواعا مختلفة من الوقود حسب الأنواع المتوفرة مثل الفحم الحجري أو البترول السائل أو الغاز الطبيعي أو الصناعي. تمتاز المحطات البخارية بكبر حجمها ورخص تكاليفها بالنسبة لإمكاناتها الضخمة كما تمتاز بإمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة، الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة.

- اختيار مواقع المحطات البخارية Selection of Steam Power Station Site

تتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات التوليد الحرارية عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي :

- القرب من مصادر الوقود وسهولة نقله إلى هذه المواقع وتوفر وسائل النقل الاقتصادية.
- القرب من مصادر مياه التبريد لأن المكثف يحتاج إلى كميات كبيرة من مياه التبريد. لذلك تبنى هذه المحطات عادة على شواطئ البحار أو بالقرب من مجاري الأنهار.
- القرب من مراكز استهلاك الطاقة الكهربائية لتوفير تكاليف إنشاء خطوط النقل. مراكز الاستهلاك هي عادة المدن والمناطق السكنية والمجمعات التجارية والصناعية.

وتعتمد محطات التوليد البخارية على استعمال نوع الوقود المتوفر وحرقه في أفران خاصة لتحويل الطاقة الكيميائية في الوقود إلى طاقة حرارية في اللهب الناتج من عملية الاحتراق ثم استعمال الطاقة الحرارية في تسخين المياه في مراجل خاصة (Boilers) وتحويلها إلى بخار في درجة حرارة وضغط معينين ثم تسليط هذا البخار على توربينات بخارية صممت لهذه الغاية فيقوم البخار السريع بتدوير محور التوربينات وبذلك تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية على محور هذه التوربينات. وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية.

لا يوجد فوارق أساسية بين محطات التوليد البخارية التي تستعمل أنواع الوقود المختلفة إلا من حيث طرق نقل وتخزين وتداول وحرق الوقود. وقد كان استعمال الفحم الحجري شائعا في أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن، إلا أن اكتشاف واستخراج البترول احدث تغييرا جذريا في محطات التوليد الحرارية حيث اصبح يستعمل بنسبة ٩٠% لسهولة نقله وتخزينه وحرقة إن كان بصورة وقود سائل أو غازي.

٢. محطات التوليد النووية Nuclear Power Station

محطات التوليد النووية نوع من محطات التوليد الحرارية، لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولد الطاقة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد.

والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذري تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال ودرجة حرارة مرتفعة جدا. تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الأحجار النارية وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سمك مترين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية. إن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام ١٩٥٤ وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة ٥ ميجا وات. ومحطات التوليد النووية غير مستعملة في البلاد العربية حتى الآن. ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة.

٣. محطات التوليد من المد والجزر Tidal Power Stations

المد والجزر من الظواهر الطبيعية المعروفة عند سكان سواحل البحار. فهم يرون مياه البحر ترتفع في بعض ساعات اليوم وتنخفض في البعض الآخر. وقد لا يعلمون أن هذا الارتفاع ناتج عن جاذبية القمر عندما يكون قريبا من هذه السواحل وأن ذلك الانخفاض يحدث عندما يكون القمر بعيدا عن هذه السواحل، أي عندما يغيب القمر، علما أن القمر يدور حول الأرض في مدار أهليلجي أي بيضاوي الشكل دورة كل شهر هجري، وأن الأرض تدور حول نفسها كل أربع وعشرين ساعة. فإذا ركزنا الانتباه على مكان معين، وكان القمر ينيره في الليل، فهذا معناه أنه قريب من ذلك المكان وأن جاذبيته قوية لذا ترتفع مياه البحر وبعد مضي اثنتي عشرة ساعة من ذلك الوقت يكون القمر بالجزء المقابل قطريا، أي بعيدا عن المكان ذاته بعدا زائدا بطول قطر الكرة الأرضية فيصبح اتجاه جاذبية القمر معاكسا وبالتالي ينخفض مستوى مياه البحر.

وأكثر بلاد العالم شعورا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي من فرنسا حيث يعمل مد وجزر المحيط الأطلسي على سواحل شبه جزيرة برنتانيا إلى ثلاثين مترا وقد أنشئت هناك محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٤٠٠ ميجا وات. حيث توضع توربينات خاصة في مجرى المد فتديرها المياه الصاعدة ثم تعود المياه الهابطة وتديرها مرة أخرى. ومن الأماكن التي يكثر فيها المد والجزر السواحل الشمالية للخليج العربي في منطقة الكويت حيث يصل أعلى مد إلى ارتفاع ١١ مترا ولكن هذه الظاهرة لم تستغل في هذه المناطق لتوليد الطاقة الكهربائية.

٤. محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي Engines Internal Combustion

محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي هي عبارة عن آلات تستخدم الوقود السائل (Fuel Oil) حيث يحترق داخل غرف احتراق بعد مزجها بالهواء بنسب معينة، فتتولد نواتج الاحتراق وهي عبارة عن غازات على ضغط مرتفع تستطيع تحريك المكبس كما في حالة ماكينات الديزل أو تستطيع تدوير التوربينات حركة دورا نية كما في حالة التوربينات الغازية.

- توليد الكهرباء بواسطة الديزل Diesel Power Station

تستعمل ماكينات الديزل في توليد الكهرباء في أماكن كثيرة في دول الخليج وخاصة في المدن الصغيرة والقرى. وهي تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف ولكنها تحتاج إلى كمية مرتفعة من الوقود نسبيا

وبالتالي فان كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود. ومن ناحية أخرى لا يوجد منها وحدات ذات قدرات كبيرة. (٣ ميجا وات فقط). وهذا المولدات سهلة التركيب وتستعمل كثيرة في حالات الطوارئ أو أثناء فترة ذروة استخدام الكهرباء. وفي هذه الحالة يعمل عادة عدد كبير من هذه المولدات بالتوازي لسد احتياجات مراكز الاستهلاك.

- توليد الكهرباء بالتوربينات الغازية Gas Turbine

تعتبر محطات توليد الكهرباء العاملة بالتوربينات الغازية حديثة العهد نسبيا ويعتبر الشرق الأوسط من أكثر المناطق استعمالا لها. وهي ذات سعات وأحجام مختلفة من ١ ميجا وات إلى ٢٥٠ميجا وات، تستعمل عادة أثناء ذروة الحمل في البلدان التي يوجد فيها محطات توليد بخارية أو مائية، علما أن فترة إقلاعها وإيقافها تتراوح بين دقيقتين وعشر دقائق. وفي معظم الشرق الأوسط، وخاصة في المملكة العربية السعودية، تستعمل التوربينات الغازية لتوليد الطاقة طوال اليوم بما فيه فترة الذروة. ونجد اليوم في الأسواق وحدات متنقلة من هذه المولدات لحالات الطوارئ مختلفة الأحجام والقدرات. تمتاز هذه المولدات ببساطتها ورخص ثمنها نسبيا وسرعة تركيبها وسهولة صيانتها وهي لا تحتاج إلى مياه كثيرة للتبريد. كما تمتاز بإمكانية استعمال العديد من أنواع الوقود (البترول الخام النقي – الغاز الطبيعي – الغاز الثقيل وغيرها) وتمتاز كذلك بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف. وأما سيئاتها فهي ضعف المردود الذي يتراوح بين ١٥ و ٢٥% كما أن عمرها الزمني قصير نسبيا وتستهلك كمية أكبر من الوقود بالمقارنة مع محطات التوليد الحرارية البخارية.

٥. محطات توليد الكهرباء بواسطة الرياح Wind Power Station

يمكن استغلال الرياح في الأماكن التي تعتبر مجاري دائمة لهذه الرياح في تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربائية. وعلى سبيل المثال هناك مدن صغيرة في الولايات المتحدة وأوروبا تستمد الطاقة الكهربائية اللازمة للاستهلاك اليومي من محطة توليد كهرباء تعمل بالرياح يبلغ طول شفرة مروحتها ٢٥ مترا. ولا غرو فقد كانت طواحين الهواء المعروفة قديما في أوروبا نوعا من استغلال قدرة الرياح في تدوير حجر الرحى، وفي هذه الأيام الذي ينتقل إلى الساحل الشرقي لاسكتلندا يرى العديد من هذه المراوح التي تنتج الطاقة الكهربائية وكذلك المتنزه على الشاطئ الشمالي في لبنان يرى هذه المراوح ترفع المياه من البحر إلى الملاحات لإنتاج الملح.

٦. محطات التوليد بالطاقة الشمسية

ما يمكن أن ينتج عنه أعمال تطبيقية أصبحت في التداول التجاري هي استغلال الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية وأيضا لتسخين مياه الاستعمال المنزلي وخاصة في التجمعات الطلابية والعمالية.

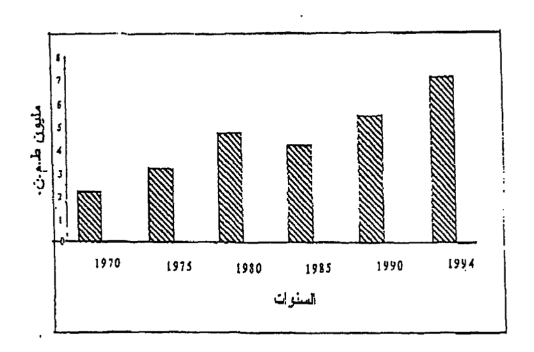
- الطاقة الكهربائية المائية (الكهرومائية)

إن هذا المصدر هو الوحيد بين مصادر الطاقة الحالية من حيث كونه مصدراً متجدداً يمد العالم بجزء مهم من احتياجاته للطاقة حوالي ٥% على شكل كهرباء، إن هذا المصدر مستغل بشكل أكبر في الدول الصناعية، وإن كان هناك مجال للزيادة إلا أنه في الدول النامية مستغل بأقل من ١٠% من إمكانياته، وهو مصدر طاقة نظيفة، ذو تكلفة تشغيلية منخفضة، وإن كانت كلفته الرأسمالية عالية. يعتمد في توليدها على قوة اندفاع المياه، سواء من مساقط مائية طبيعية، أو اصطناعية عن طريق بناء السدود؛ لذا يرتبط هذا النوع من الطاقة الكهربائية بوجود مجاري مائية تتسم بوفرة تصريفها المائي، وعدم موسمية جريانها، واعتدال درجة حرارتها، وعدم انخفاضها إلى ما تحت الصفر حتى لا تتجمد مياه الأنهار، مما يضمن توليد الكهرباء طول العام، لذلك تختلف الطاقة الكهربائية المائية عن مثيلاتها الحرارية في ارتباطها بالأنهار ذات الخصائص السابقة. ويلاحظ أن الطاقة الكهرومائية أقل انتشاراً من مثيلتها الحرارية، لذا لا تساهم بأكثر من ثلث كمية الكهرباء المستهلكة في العالم.

- وينتشر استغلال الطاقة الكهرومائية في نوعين رئيسين من الدول والأقاليم:

١. الدول الجبلية التي ينتشر فيها مناطق جبلية غزيرة الأمطار، مما يهيئ الفرصة لجريان أنهار وفيرة المياه، ذات انحدار شديد يمكن استغلال مساقط المياه في توليد الكهرباء، مثال ذلك شمال إيطاليا واليابان وسويسرا والنرويج.
٢. دول يجري في أراضيها انهار عظيمة الامتداد، وذات تصريف مائي كبير مما يمكن استغلالها في إقامة سدود في المواقع التي يضيق فيها مجرى النهر. وتتألف المناطق المجاورة للمجرى من صخور نارية صلبة غير مسامية مما يمكنها من تحمل ضغط المياه، وتستغل السدود في توليد الكهرباء كما في مصر (السد العالي)، والسودان، وأوغندا(نهر النيل)، وسوريا (نهر الفرات)، والولايات المتحدة (أنهار تنسي، وكولومبيا، وميسوري) وروسيا (نهر الفولجا) وباكستان (نهر السند). وتختلف أهمية الكهرباء، وبالتالي دورها في مجال الصناعة حسب طبيعة الصناعات.

لا تشكل مساهمة الطاقة الكهرومائية من إجمالي الطاقة المستخدمة في العالم العربي لا نسبة ضئيلة. وعلى الرغم من أن إجمالي الاستهلاك منها ارتفع من ٢,٢ مليون ط.م.ن عام ١٩٧٠ إلى ٧ مليون طن مكافئ نفط عام ١٩٩٤م إلا أن نسبة مساهمتها انخفضت من ٦% إلى أقل من ٣% خلال تلك الفترة شكل (٧). وتعتمد الكميات المستهلكة من هذا المصدر على العديد من العوامل الطبيعية، لاسيما مدة هطول الأمطار وكميتها ومعدلاتها، بالإضافة إلى مدى توافر الأنهار ومساقط المياه والسدود القائمة عليها.



شكل (٧) استهلاك الطاقة الكهرومائية في الدول العربية من عام ١٩٧٠ إلى عام ١٩٩٤.

ويبين الجدول رقم (١٠) الطاقة الحالية المولدة من هذا المصدر، وتوقعاتها المستقبلية التي يلاحظ منها أنه من المتوقع زيادة طاقة هذا المصدر إلى خمسة أضعاف الطاقة الحالية بحلول ٢٠٢٠م، وستكون الزيادة الأساسية في الدول النامية والشيوعية، وبخاصة الصين، لما لها من إمكانيات مائية غير مستغلة حالياً. أما الدول العربية فإن الطاقة المولدة فيها من هذا المصدر حالياً تبلغ ما يعادل ٧ مليون طن مكافئ نفط، ويمكن مضاعفتها، ونصف الطاقة الحالية في الدول العربية من هذا المصدر متوافر في مصر، وسوريا، والمغرب، ولبنان، والجزائر، والعراق، وتونس، أما بقية الدول العربية فليس فيها مصادر مائية مهمة.

جدول ١٠. الطاقة المولدة والمستقبلية للطاقة المائية (بما يعادل بليون برميل من النفط الخام)

القطر	الطاقة المولدة عام ١٩٧٦	توقعات مستقبلية		
		١٩٨٥	٢٠٠٠	٢٠٢٠
دول الـ OECD *	٤,٩٠	٥,٨٠	٦,٩٣	١٠,٠٦
دول التخطيط المركزي	٠,٩٣	١,٥٥	٣,٧٢	١١,٢٢
الدول النامية	١,٥٠	٢,٥٤	٥,٧٩	١٥,٢٢
العالم	٧,٢٣	٩,٨٩	١٦,٤٤	٢٦,٥٠

* دول الـ OECD- دول منظمة التعاون الاقتصادي تشمل ٢٤ دولة من بينها أمريكا واليابان وكندا ودول أوروبية غربية تشكلت عام ١٩٦٠ ومقرها باريس.

• الطاقة الحرارية الجوفية (Geothermal Energy)

تعتبر الطاقة الحرارية الأرضية من مصادر الطاقة المتجددة التي استخدمت منذ فترة طويلة من خلال استغلال مياه النافورات الحارة، فقد استغلت في إيطاليا عام ١٩٠٤م وفي نيوزيلندا عام ١٩٥٥م. فالأرض خزان حراري ضخم، و الحرارة تزداد مع العمق، ولكن الحرارة المستغلة حالياً، أو التي يمكن استغلالها بالطرق التكنولوجية المتوفرة، وبشكل اقتصادي هي المياه الحارة المتدفقة بشكل طبيعي، والتي يعتمد استعمالها على درجة حرارتها، فالماء عند درجة حرارة حتى ٦٥ ٥م يستعمل للتسخين، أما المياه التي تصل درجة حرارتها إلى ١٥٠٥م أو أكثر فتستعمل لتوليد الكهرباء، ويمكن نقل الطاقة المولدة منها لمسافات قريبة متجاورة، كما ذكر إن استغلال هذا المصدر قديم نسبياً، ، ولا يتوقع أن تمد الطاقة الحرارية الجوفية العالم بطاقة كهربائية تزيد عن ١٠% من الاحتياجات المستقبلية لها. أما بالنسبة للدول العربية فهناك مسح أولي، وتشير النتائج الأولية إلى إمكانية وجود هذا المصدر بشكل مهم في: جيبوتي، الجزائر، اليمن، السعودية، وبشكل أقل في كل من الصومال، الأردن، السودان، مصر، تونس، وتقوم في بعض هذه الدول أبحاث لتطوير هذا المصدر، ولا يحتمل تطويره في الدول العربية قبل عدة سنوات.

• الطاقة البيولوجية

الطاقة البيولوجية تعتبر مصدرا تقليديا للطاقة استخدمه الإنسان منذ القدم. وتعتبر الكتلة النباتية ممثلة في الأخشاب ومخلفات نشر الأخشاب وبقايا المحاصيل الزراعية، ونفاية المدن (القمامة) إضافة إلى روث

الحيوانات أهم مصادر هذه الطاقة البيولوجية. أي إن الطاقة البيولوجية تعني تحويل الكائنات العضوية إلى وقود. ولقد بدأ حديثاً تطوير استخدام هذا المصدر بما يتفق والتقنيات الحديثة. إذ تستغل بعض هذه المصادر العضوية في إنتاج غاز الميثان و الإيثانول. كما تستخدم قمامة المدن في توليد الطاقة الكهربائية. نذكر على سبيل المثال المحطة التي أقيمت في جزيرة لونج بالقرب من مدينة نيويورك، التي تستهلك يومياً ٢٠٠٠ طن من القمامة لتوليد طاقة كهربائية تبلغ حوالي ٤٠ ميجاوات. وتشير الدراسات التقديرية أن الولايات المتحدة الأمريكية تستطيع أن تنتج ما يعادل ٣ مليون برميل من النفط يومياً في الوقت الحالي إذا ما تم تدوير كل القمامة المتوفرة لديها. كما بدأت البرازيل في إنتاج كحول الوقود من الإيثانول المستخرج من مخلفات قصب السكر. وقد بلغ الإنتاج حوالي ١٠ مليار لتر أسهمت بنحو ٦٠% من حاجة البلاد من الجازولين. وقدرت التكلفة بحوالي ٥٥ دولاراً لكل برميل. ورغم أن التكلفة عالية نسبياً إلا أن قيمه ذلك تكمن في تحقيق أمن الطاقة وزيادة الاعتماد على الذات بالإضافة إلى تدوير مخلفات قصب السكر.

وكما هو واضح فإن النوع الأكثر أهمية بين مصادر الطاقة البيولوجية هو ما يجري في بعض الدول من زراعة نباتات لإنتاج الكحول من محصولها، واستعماله كوقود، ويرى البعض أن هذا النوع من الطاقة مكلف؛ لذا يبقى هذا المصدر محدود الإمكانيات، ومحصوراً في بعض المناطق، ولا يوجد في الدول العربية مسح لهذا المصدر، وتستعمل هذه الطاقة بنسب عالية في تونس واليمن ومصر والمغرب.

- الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية أكثر مصادر الطاقة المعروفة وفرة، وهي من المصادر القليلة التي تبنى عليها الآمال على أنها مصدر طاقة نظيف غير ناضب، وتحظى بنصيب كبير من الاهتمام في كثير من الأقطار في العالم، سواء الدول الصناعية المتقدمة والدول النامية، ومع ذلك فالاستعمال الأكثر انتشاراً حالياً، هو في تسخين المياه والتدفئة، وتجري البحوث حالياً لاستعمال هذه الطاقة في المستقبل لتحلية المياه، وللتبريد، وأخيراً لإنتاج الكهرباء على نطاق واسع، وتشير أغلب التقارير إلى أن هذا المصدر لن يمد العالم قبل نهاية هذا القرن إلا بجزء قليل من احتياجاته، حيث قد يصل إلى ٢% في بعض التقارير.وهي نسبة متدنية جداً لا تتفق وأهمية هذا المصدر المتجدد والمتوفر في معظم مناطق العالم. فالمملكة العربية السعودية على سبيل المثال يبلغ حجم الطاقة الشمسية الساقطة عليها كل عام ما يعادل كل مجموع احتياطي العالم من الفحم والنفط والغاز الطبيعي. ومعني هذا أن الطاقة الشمسية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في حل مشكلة الطاقة إذا ما استغلت استغلالاً جيداً. إن هذا المصدر هو من مصادر الطاقة الجديدة، والمتجددة، التي تحظى باهتمام خاص نسبياً في الدول العربية، بل إن بعض الدول العربية تستغله على نطاق تجاري، وإن

كان محدوداً، كما هو الحال في الأردن، تليها تونس ومصر. وقد دخلت دول مجلس التعاون الخليجي مجال استخدام الطاقة الشمسية حيث أقيمت بعض المحطات التجريبية. ففي الكويت أقيمت محطة تجريبية في منطقة الصليبية عام ١٩٨١ لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. كما افتتح في مايو ١٩٨٥ مشروع إضاءة مدرسة بالطاقة الشمسية بطاقة تبلغ ٢٤ كيلو وات / ساعة . كما أقيمت محطة طاقة شمسية تجريبية بالقرب من الرياض في المملكة العربية السعودية.

- **الطاقة من حركة مياه البحار والرياح**

حركة الأمواج: وهو مصدر محدود بمواقع جغرافية تصلح لنقل الطاقة وتوزيعها، ويمكن أن يستعمل في تشغيل المحركات.

المد والجزر: هناك إمكانية لاستغلال حركة المد والجزر لإنتاج الكهرباء. ويوجد مصنعان بطاقة ٥٠٠ ألف كيلومترات/ساعة في فرنسا، كما يوجد مصنع تجريبي في روسيا، وهناك كذلك مشاريع في كندا وكوريا الهند. والطاقة التي يمكن استخراجها نظرياً من هذا المصدر وإن كانت لا تزال محدودة وفي طور التجريب، فإن مواصلة الجهود لتطوير تقنية توليد الكهرباء من المد والأمواج، سيوسع من دائرة استخدام هذه الطاقة مستقبلاً بما يحقق الأمن البيئي الذي يرتكز أساساً على تنمية وتطوير الطاقة المتجددة النظيفة.

الرياح: من أقدم مصادر الطاقة المتجددة على الإطلاق ، كان هذا المصدر يستعمل بشكل واسع في أوروبا من القرن الثاني عشر، حتى الثامن عشر لضخ المياه، وتحريك الآلات، إلى أن استبدل بالبخار والديزل، وهناك محاولات جديدة لبناء محركات هوائية (طواحين هوائية) بحجم أكبر، ويواجه تطوير هذا المصدر صعوبات منها صمود الطواحين الهوائية أمام الرياح والتذبذب في حركتها.

وإذا كانت طاقة الرياح استخدمت في الماضي بشكل مباشر، فإن الجديد في استخدام هذه الطاقة في الوقت الحاضر هو تحويلها إلى طاقة كهربائية مما يجعل استخدام هذه الطاقة مسايراً لنوعية المعدات والآلات المستخدمة حالياً. وإذا كان يؤخذ على هذه الطاقة عدم انتظام سرعة الريح مما يقلل من قيمتها في توفير مصدر طاقة له صفة الاستمرارية، فإن التطور التقني الذي حدث في صناعة المراوح الريحية والتوربينات الملحقة بها لتوليد الكهرباء، قد تمكن من التغلب على هذه المشكلة إلى حد كبير. فقد أصبحت المراوح الريحية قادرة على تحريك وإدارة التوربينات حتى لو كانت سرعة الرياح بطيئة. ومن هذه

التغيرات التي مست تقنية صناعة المراوح بناء مراوح تشبه مضرب البيض، لها القدرة على تصيد الرياح من جميع الجهات لتوليد الكهرباء. كما تجري الأبحاث لاختراع وتطوير أجهزة أكثر حساسية لسرعة الرياح مما يعطي كمية طاقة معقولة لأقل سرعة للرياح.

وفي مجال تطوير هذا المصدر المتجدد والنظيف ، فقد وضعت الولايات المتحدة برنامجاً ضخماً للطاقة الريحية. كما تسعى دول أوربا للتوسع في استخدام الطاقة الكهروريحية. كما وضعت مصر عام ١٩٨٦ خطة لتنفيذ عدد من الطواحين لتوليد الكهرباء واستخدامها في سحب المياه الجوفية والإنارة والتبريد وغيرها.

- الهيدروجين

يعتبر الهيدروجين وقوداً مثالياً، من مزايا الهيدروجين أنه يحتوي على قدر أكبر من الطاقة في وحدة الوزن قياساً مع مصادر الطاقة الأخرى. كما يمكن نقله على شكل غاز أو سائل و بالتالي يسهل تخزينه في خزانات كبيرة لفترة طويلة واستخدامه عند الحاجة. وهو مصدر دائم ومتجدد من حيث إنه يستخرج من الماء. إذ يحتوي كل جزيء من الماء على ذرتين من الهيدروجين . كما أنه مصدر غير ملوث حيث انه عند الاحتراق يتحد مع الأوكسجين مكوناً بخار الماء. والمشكلة الأساسية التي تواجه تطوير هذا المصدر ضمن التكنولوجيا الحالية، هي صعوبة فصله عن الماء؛ لأن ذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة، و يمكن استعمال عدة نظم لفصل الهيدروجين عن الماء بتحليله كهربائياً. و تستخدم في هذه الطريقة كميات طاقة أكثر من المنتجة بالطرق الحرارية الكيميائية، و هي طريقة معقدة، و مكلفة، و تحتاج إلى درجة حرارة تبلغ ٢٠٠٠°م. وقد قامت روسيا في ١٥ إبريل ١٩٨٨ بتجربة استخدام الهيدروجين السائل كوقود لطائرة ذات محرك واحد، وقد نجحت التجربة، ويعتبر هذا النجاح بداية جديدة للتوسع في استخدام هذا البديل النظيف.

٣-٥ علاقة الإنسان بالطاقة

تعتبر مصادر الطاقة من الموارد المهمة التي لا يستطيع الإنسان أن يستغني عنها في مسيرة حياته. ففي الماضي اعتمد الإنسان الصائد للحيوانات البرية الجامع لثمار النباتات على طاقة الشمس (التي تثبت بواسطة عملية البناء الضوئي في النباتات) وعضلاته كمصدر للطاقة ثم بعد الثورة الزراعية منذ حوالي ١٠,٠٠٠ عام أضاف إلى ذلك طاقة الحيوانات وبعد ذلك طاقة بخار الماء الناتجة من حرق الخشب والتي

استخدمها لرفع المياه الجوفية من الآبار في بداية الثورة الصناعية منذ ما يقرب من ٢٧٥ عاماً. ثم بعد اكتشاف الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) تحول الإنسان إلى هذه المصادر التي وفرت له الطاقة اللازمة لمعيشته على الأرض.

من هذه الدراسة المستفيضة للطاقة وعلاقتها بالإنسان يتبين لنا أن مشكلة الإنسان مع الطاقة تتمثل أساساً الآن في اعتماده المفرط على مصادر الطاقة غير المتجددة (٩٣%)، وهي مصادر معرضة للنفاذ السريع، إضافة إلى كونها مصادر طاقة ملوثة تحمل الكثير من المخاطر البيئية للإنسان. وإذا كانت أزمة الطاقة التي يواجهها الإنسان اليوم تتمثل في الاعتماد على مصادر طاقة عرضة للنفاذ، فإن معظم الدول النامية في المناطق الجافة وشبه الجافة تعاني من أزمة طاقة ممثلة في نقص الوقود الخشبي أيضاً، ومخاطر الاعتماد على هذا الوقود الخشبي في خلق الكثير من المشكلات البيئية مثل مشكلة جرف التربة، التصحر، وتدهور الدورة الهيدرولوجية وغيرها. كما أثبتت الدراسة أن الطاقة المتجددة، رغم تنوع مصادرها وانتشارها في جميع مناطق العالم، فإنها لم تستغل بعد على نطاق كبير لحل مشكلة الإنسان مع الطاقة، حيث إنها تسهم بنحو ١٠% فقط.

ومن ثم فإن حل المشكلة يكمن في النقاط التالية:

١. ترشيد الاستهلاك بالنسبة لمصادر الوقود الحفري، وتحجيم استخدام الطاقة النووية لما لها من سلبيات بيئية بالغة الخطورة.
٢. التوعية بضرورة ترشيد استخدام الطاقة والمحافظة عليها.
٣. توجيه استثمارات الطاقة نحو تنمية وتطوير البدائل المتجددة والنظيفة لتشكل أساس بنية الطاقة العالمية خلال القرن الحالي لنحل مشكلة الضغط المتزايد غير المرغوب فيه على مصادر الطاقة غير المتجددة من ناحية، ونتخلص من مخاطر التلوث الناجمة عن التوسع في استخدام هذه الطاقة غير المتجددة الملوثة للبيئة من ناحية أخري.
٤. على مستوي الدول النامية التي تعاني من أزمة طاقة في الوقود الخشبي، يجب الاهتمام بإقامة مزارع أخشاب من حول المدن والقرى لتزويد السكان بحاجاتهم من الوقود حتى نتفادى الضغط الشديد على الغطاء الشجري بما يجنبنا المردودات البيئية الخطيرة الناجمة عن تدهور هذا الغطاء، مع ضرورة أن تكون إنتاجية هذه المزارع مواكبة ومتوازية مع معدلات استهلاك الوقود الخشبي.
٥. تطوير تقنيات استخدام مصادر الطاقة البديلة في الدول النامية (طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحيوية) ليتسنى لهذه الدول استخدام هذه الطاقة بدرجة أكبر، وكفاءة أفضل.

الفصل الرابع

الموارد الطبيعية والأنظمة البيئية

يقع العالم العربي في أكبر حزام للصحاري في العالم وتمثل الأراضي الجافة معظم مساحة البلاد العربية، ولذلك فيلزم علينا أن نحتذي بأجدادنا العرب من البدو الرحل والعلماء على حد سواء الذين فهموا الصحراء فهما كاملا وتعرفوا على كيفية التعايش مع بيئتهم والتعامل معها. ومن أهم بنود المعرفة في هذا المجال هو التعرف على كيفية تكوين الصحراء وتاريخ تطورها على مدى العصور حتى وصلت إلى بيئتها الحالية. هذه المعرفة لازمة كأساس لتنمية موارد الصحراء تنمية صحيحة. ولقلة الأمطار فأراضينا كلها إما جافة أو شبه جافة وعلينا أن نتعامل معها على أسس علمية صحيحة حتى لا تضر بها نشاطات الإنسان. أحد الأشياء التي يجب التعرف عليها هو الدروس المستفادة من خبرة الآخرين في بلاد جافة أخرى، ومعرفة مشكلات التصحر وأبعادها البيئية ودراسة مفهوم تنمية وتطوير الصحراء في الوطن العربي. وسوف نتعرض في هذا الصدد لمشاكل واستغلال البيئة حيث كان استغلال الإنسان لموارد الأرض على مدار العصور متماشيا مع مدى فهمه لهذه الموارد ومقدرته على استغلالها للوفاء بمتطلباته. وبرغم التقدم العلمي المذهل وتطور طرق دراسة الموارد الطبيعية على الكرة الأرضية واستغلالها وتقنيات استخدامها المتعددة فإن الإنسان لا يستخدم في حياته إلا القليل من هذه الموارد، الأمر الذي يحتم على المتخصصين في مجال البيئة الاهتمام بهذه الموارد لدعم التنمية.

٤-١ ماهية الموارد الطبيعية

- **قد يتساءل المرء ما الموارد الطبيعية؟ وما أنواعها؟**
- **وهل هي دائمة متجددة أم ناضبة؟**
- **وهل هناك بدائل لهذه المصادر الطبيعية أم لا؟**

فيما يتعلق بالموارد الطبيعية واستنزافها فإن الموارد تقسم إلي موارد غير قابلة النضوب كالهواء والطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمد والجزر فهي متجددة باستمرار وهناك موارد أخري متجددة كالماء

والغابات والأحياء الحيوانية مثلاً لكن كثرة وسوء استخدامها يعرضها للنقصان والتلوث.أما الموارد القابلة للنضوب كالفحم الحجري والبترول والغاز الطبيعي والمعادن فإنها لا تتجدد في حال استنزافها، ولـو أن الفحم والبترول والغاز من الممكن تكونها ولكن عبر فترة زمنية طويلة تستغرق مئات الملايين من السنين. لذا تُعرف الموارد الطبيعية علي أنها جميع الثروات الطبيعية البيئية، وتشمل الموارد الحية نباتية وحيوانية (وهي موارد متجددة)، و الموارد غير الحية وتشمل المعادن بأنواعها، والفحم، والنفط، والغاز والميـاه، وهي هبة من الخالق عز وجل لعباده.

وتقسم الموارد الأرضية الطبيعية إلى قسمين رئيسين:

أولاً : بحسب عمرها:

١. **مصادر ثروة بيئية دائمة:** مثل الشمس، والهواء، والماء وهذه المصادر لا ينضب لها معين.
٢. **مصادر ثروة بيئية متجددة:** أو علي استمرار لا نهائي مثل الثروات النباتية والحيوانية.
٣. **مصادر ثروة بيئية متجددة في بطء شديد:** مثال ذلك الثروات المعدنية والفحم والنفط، ويفضل تسميتها بغير المتجددة لأن هذه الثروات تكونت عبر ملايين من السنين، وليس من سبيل إلى إعادة تكوينها أبداً.

ثانياً: بحسب أماكن وجودها

وذلك لأن الموارد تختلف من حيث وفرتها وندرتها من مكان إلى آخر، وتنقسم إلى:

١. **موارد موجودة في كل مكان:** توجد بعض الموارد بوفرة في أي مكان. فمادة الأكسيجين في الهواء توجد في كل مكان، وبالمثل المياه المطلوبة للنبات متوافرة في الأقاليم الاستوائية، والرمال توجـد بوفرة في جميع الصحاري، وهكذا.

٢. **موارد موجودة في أماكن عديدة:** توجد بعض الموارد بوفرة في معظم أقاليم العالم إلا أن قيمتهـا تختلف من إقليم إلى آخر تبعاً لمدي وفرتها أو ندرتها. وبذلك يتحدد ثمنها طبقاً لقوانين العـرض والطلب، فتحتوي معظم أقاليم العالم أراضي صالحة للزراعة، إلا أنها تختلف من ناحيتي درجـة جودتها ووفرتها، وتتحدد قيمة وحدة الأرض نتيجة لقوانين العرض والطلب.

٣. **موارد موجودة في أماكن محدودة:** توجد بعض الموارد وعلي الأخص الكثير من المعادن في قليل من المناطق، لأن التكوينات التي تحويها لا توجد إلا في أقاليم قليلة. فنجد أن إنتاج معدن القصدير في العالم ينحصر في أقاليم محدودة، وأهم دول إنتاجه هي ماليزيا ٤٣% ، وبوليفيا ٢٧% وتايلاند ١٣%، أما بقية دول العالم فلا تنتج إلا ١٨% فقط.

٤. **موارد موجودة أو مركزة في مكان واحد:** حيث أن بعض المعادن يتركز إنتاجها في مكان واحد، أو أن معظم الإنتاج العالمي مصدره إقليم معين، فمعظم إنتاج النيكل كان مصدره سدبري بولاية أونتاريو بكندا في عام ١٩٣٨م على سبيل المثال.

٤-١-١ التربة *Soil*

من المؤكد أن كل واحد منا يدرك أهمية الماء والهواء لحياته ولحياة جميع الكائنات الحية، ولكن القليل منا يدرك أهمية التربة خاصة الطبقة السطحية منها. التربة هي مصدر العناصر الغذائية الموجودة في الأطعمة التي نتناولها كما أنها مصدر العناصر الموجودة في الورق والخشب والقطن وفي كثير من الموارد الهامة الأخرى. وبالإضافة إلى هذا تساعد التربة على تنقية المياه التي نشربها كما أنها تقوم باختزان الماء ثم تسمح بتسربه بالتدريج بكميات تكفي حاجة النباتات. وتحتوي التربة على البكتيريا المحللة التي تقوم بتحليل المواد العضوية وبالتالي تساعد على دوران العناصر الكيميائية الهامة التي نحتاجها وتحتاجها الكائنات الحية الأخرى. وبالرغم من أهمية التربة فقد تعامل الإنسان معها ومنذ بداية عصر الزراعة بأسلوب خاطئ خاصة في السنوات الأخيرة.

١. **مكونات التربة وطبقاتها:** تتكون التربة من خليط من المواد غير العضوية والمواد العضوية المتحللة والماء والهواء وبلايين الكائنات الحية الدقيقة.
٢. **ملمس ومسامية التربة:** تختلف أنواع التربة عن بعضها البعض في محتواها من الطين والطمي والرمل والحصى. وتحدد نسبة تواجد هذه الحبيبات المختلفة الأحجام **ملمس التربة** الذي يدل بدوره على مساميتها. وتسمى التربة التي تحتوي على خليط من الرمال والطين والطمي والدبال بالتربة الطفلية. وتعتبر هذه التربة أفضل أنواع الترب لنمو معظم المحاصيل لأنها تحتفظ بكمية كبيرة من الماء الذي تستطيع الجذور امتصاصه.

٣. حامضية التربة: تحدد درجة حموضة التربة أنواع المحاصيل التي يمكن أن تزرع بها، حيث إن المحاصيل يختلف بعضها عن بعض في درجة تحملها للحموضة.

٤. تآكل التربة: لا تبقى حبيبات التربة في مكان ثابت لفترات طويلة من الزمن فهي تتحرك باستمرار من مكان إلى آخر. ويعرف هذا التحرك بتآكل التربة. وتعتبر تيارات المياه المتدفقة على سطح الأرض بوجه خاص بالإضافة إلى تيارات الهواء هما القوتان الأساسيتان اللتان تسببان تآكل التربة. وبالرغم من أن هذين العاملين يعتبران من العوامل الطبيعية، إلا أن جذور النباتات تقوم بحماية التربة من تأثيرهما. بالتالي فإن النشاطات البشرية التي تؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي من على سطح التربة، مثل قطع أشجار الغابات والبناء على الأراضي الزراعية، تؤدي إلى زيادة معدل تآكل التربة. ويؤدي التآكل المستمر والمتزايد لطبقات التربة السطحية بدوره إلى الإقلال من خصوبة التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء. بالإضافة إلى هذا تعتبر الرواسب الناتجة عن تآكل التربة من ملوثات المياه، وهي تؤدي بدورها إلى انسداد قنوات الري والممرات الملاحية والخزانات والبحيرات. ويمكن اعتبار التربة السطحية من المصادر الطبيعية بطيئة التجدد حيث إن الزمن اللازم لترسيب ٢,٥ سم من التربة في المناطق المدارية أو المعتدلة يتراوح بين ٢٠٠-١٠٠٠ عام، ويعتمد هذا على المناخ وعلى نوع التربة.

٥. حماية التربة: يقصد بحماية التربة الآتي:
- التقليل من تآكل التربة
- منع تسرب العناصر الغذائية منها
- استرداد ما فقد من هذه العناصر الغذائية بسبب التآكل أو غسيل التربة أو كثرة زراعة المحاصيل.

وتعتمد معظم الطرق المستخدمة لحماية التربة من التآكل على الإبقاء على التربة مغطاة بالنباتات.

٦. مشاكل التربة:

- زيادة الملوحة: إن معظم مياه الري تحتوي على أملاح ذائبة وبالتالي فإنه في البلدان ذات المناخ الجاف الحار تتبخر معظم مياه الري وتترك الأملاح الذائبة فيها مثل كلوريد الصوديوم في التربة السطحية. ويؤدي ازدياد محتوى الأملاح في التربة إلى عرقلة نمو المحاصيل وخفض

الإنتاجية ويتسبب في النهاية في قتل المحاصيل مما يجعل التربة غير صالحة للزراعة. ويقدر أن زيادة الملوحة تقلل من إنتاجية ٢٥% من الأراضي التي تروى في العالم.

- التشبع بالماء: وهي مشكلة مصاحبة لزيادة ملوحة الأرض في الأماكن الجافة. والسبب في ذلك يرجع إلى أن المزارعين يقومون بري الأرض بكميات كبيرة من الماء وذلك لغسل التربة من الأملاح المتراكمة بها، فإذا لم يتم صرف هذه المياه فإنها تتسرب إلى باطن الأرض ويرتفع مستواها تدريجيا حتى تصل المياه المالحة إلى جذور النباتات وتقتلها. وعلى مستوى العالم تعاني ١٠% من الأراضي التي يتم ريها من التشبع بالمياه.

- تلوث التربة بالمخلفات الضارة: سوف يتم مناقشته بتوسع في مكان آخر.

٤-١-٢ المصادر المعدنية *Mineral Resources*

إن استهلاك المعادن خلال القرن الحالي أصبح كبيرا جدا بحيث لا يمكن للدورات المعدنية الطبيعية تعويض هذه الكميات المفقودة بالسرعة التي تفقد بها. ويمكن إيضاح هذه الحقيقة بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{معامل بقاء المعادن} = \frac{\text{كمية المعادن المتوفرة}}{\text{كثافة السكان} \times \text{استهلاك الفرد من المعادن}}$$

وهذا معناه أن زيادة استهلاك المعادن بواسطة الناس ولأغراض مختلفة يقلل من معامل بقاء هذه المعادن على سطح الأرض. ومن بين المعادن التي أصبحت مهددة بالنضوب خلال القرون القادمة هي: الزنك، القصدير، الرصاص، النحاس، اليورانيوم، البترول، والفحم الحجري. وهناك من يعتقد أن نضوب كثير من هذه المعادن سوف يعوض بواسطة الطاقة النووية، ولكن هناك حقيقة هامة يجب أن ندركها وهي أن كثيرا من هذه المعادن يدخل ضمن البناء الأساسي لكثير من الكائنات الحية، وأن انخفاض كميات هذه المعادن أو نضوبها من الطبيعة سوف يؤدي إلى إخلال في بناء هذه الكائنات، ولا يمكن للطاقة النووية تعويض ذلك بأي شكل من الأشكال.

٤-١-٣ الميـــــاه

يسمى كوكبنا بالكوكب المائي حيث تغطي المياه حوالي ٧١% من سطحه. ويساعد هذا الغلاف المائي في الحفاظ على مناخ الأرض وعلى تخفيف الملوثات بالإضافة إلى أهميته للكائنات الحية نفسها. ويمثل الماء العذب نسبة قليلة من مياه الأرض. ولهذا الماء أهمية خاصة للزراعة والصناعة والنقل ولكثير من النشاطات البشرية. وبالرغم من أهمية الماء كمصدر من المصادر الطبيعية، فإن تنظيم استغلاله لم يحظ بالاهتمام الكافي مثل غيره من المصادر الطبيعية الأخرى، فنحن نهدره ونلوثه.

٤-١-٣-١ مصادر المياه العذبة

إن جزءا ضئيلا من الكم الهائل من المياه الموجودة على سطح الأرض يوجد على هيئة ماء عذب. هذا الجزء يمثل حوالي ٣% فقط من كمية المياه الموجودة على سطح الأرض. ويوجد ٩٩% من المياه العذبة على شكل ثلوج في المناطق القطبية أو على هيئة مياه جوفية عميقة لا يمكن الوصول إليها إلا بتكلفة عالية. ويمثل الماء المتوفر بسهولة في الأنهار وبحيرات المياه العذبة والمياه الجوفية القريبة من السطح وبخار الماء الموجود في الجو حوالي ٠،٠٠٣% من حجم المياه الكلي على سطح الأرض. وإذا تصورنا أن كمية المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية عبارة عن ١٠٠ لتر من الماء فإن الماء العذب المتاح للاستخدام يمثل حوالي نصف ملعقة شاي. وتتم تنقية الماء العذب باستمرار عن طريق دورة الماء في الكون. وتعطينا هذه الدورة ماء نقيا طالما أننا لا نلوثه بالمواد بطيئة التحلل، أو أننا لا نسحب من المياه الجوفية التي تتجدد ببطء كميات أكبر مما يمكن تعويضه. ومما يدعو للأسف أننا نقوم بكل النشاطات الخاطئة التي تؤثر في دوران الماء في الكون.

وتأتي المياه العذبة التي نستخدمها في حياتنا من مصدرين أساسيين هما:

- **المياه السطحية:** ونعني بها مياه الأمطار التي لا ترشح إلى جوف الأرض أو تعود إلى الجو عن طريق البخر أو النتح، أي أنها المياه الموجودة في البحيرات العذبة والأنهار والأراضي الرطبة، أو المياه المخزنة بواسطة الإنسان.

- **المياه الجوفية:** وهو الماء المترشح من الأمطار الذي يملأ الفراغات والشقوق الموجودة في التربة والصخور المكونة لقشرة الأرض. وتسمى المنطقة الموجودة تحت سطح الأرض التي تمتلئ فيها

التربة والصخور بالماء بمنطقة التشبع ويسمى الماء الموجود بهذه الشقوق بالماء الجوفي. أما السطح العلوي لمنطقة التشبع فيسمى بمستوى الماء الأرضي. وتقدر كمية المياه الجوفية بأربعين ضعف المياه الموجودة في جميع الأنهار والجداول والبحيرات في العالم. ومع هذا فإن هذه المياه الجوفية لا تتوزع توزيعا متساويا ولا يمكن إلا استغلال جزء صغير منها استغلالا اقتصاديا وتجدر الإشارة إلى أن استخراج المياه الجوفية العميقة بمعدل أسرع من معدل إعادة تجديدها بواسطة دورة الماء يستهلك هذا المصدر من مصادر المياه.

وتعتمد قدرة التراكيب الأرضية في تخزين الماء على مساميتها ونفاذيتها. والمسامية هي مقياس لحجم الثقوب والفراغات بالنسبة لحجم التربة أو الصخور. أما النفاذية فهي معدل تحرك الماء والهواء من طبقات التربة العليا إلى طبقات التربة السفلى أو خلال الثقوب الموجودة في الصخور. وتسمى طبقات الرمال والحصى والصخور المشبعة بالماء والموجودة تحت سطح الأرض والتي يمكن أن تعطينا كميات كبيرة من الماء بمخازن الماء الأرضي. ومعظم مخازن الماء الأرضي يعاد ملؤها طبيعيا عن طريق الأمطار التي تتسرب إلى باطن الأرض خلال التربة والصخور. وتسمى أي منطقة من الأرض تسمح للماء بالمرور خلالها إلى مخازن المياه الجوفية بمنطقة إعادة الامتلاء. وتتحرك المياه الجوفية من مناطق إعادة الامتلاء إلى مخازن الماء الأرضي ثم إلى مناطق التفريغ. هذه الحركة هي جزء من دورة الماء في الكون. وقد تكون مناطق التفريغ على هيئة آبار أو عيون أو بحيرات أو جداول مياه أو محيطات. وفي العادة تتحرك المياه الجوفية من المناطق ذات الارتفاعات والضغوط العالية إلى المناطق ذات الارتفاعات والضغوط المنخفضة. هذه الحركة بطيئة تبلغ في أحسن الأحوال حوالي مترا كل عام. وفي أحوال نادرة تبلغ حوالي ٠،٣ مترا في اليوم. وعلى هذا فإن معظم مخازن المياه الأرضية تكون ما يشبه البحيرات الجوفية الضخمة بطيئة الحركة. وعندما يتعدى معدل سحب المياه من مخازنها الأرضية المعدل الطبيعي لإعادة الامتلاء، ينخفض مستوى المياه الجوفية حول البئر الذي تسحب منه وينشأ عن هذا منطقة مخروطية خالية من المياه تسمى مخروط الانخفاض. وعند تسرب أية ملوثات في المنطقة التي تقع فوق مخروط الانخفاض فإنها ترشح مباشرة إلى البئر وقد يكون لها تأثير غير مرغوب فيه على نوعية المياه التي تسحب من هذا البئر. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك بعض مخازن المياه الجوفية تسمى المخازن الحفرية، وهي غالبا ما توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض، هذه المخازن يعاد ملؤها بمعدل بطيء وبالتالي فهي مصادر غير متجددة على المدى الزمني القصير.

٤-١-٣-٢ استخدام الماء في العالم

- هناك مقياسان للاستخدام البشري للمياه هما: السحب والاستهلاك، سحب الماء هو تعبير يدل على أخذ المياه من مصادرها السطحية أو الجوفية ونقلها إلى أماكن الاستخدام، أما استهلاك الماء فهو تعبير يدل على عدم إرجاع الماء إلى المصدر الذي سحب منه حتى يمكن استخدامه ثانية في هذه المنطقة. وعادة ما يحدث استهلاك الماء نتيجة لتبخره إلى الجو.
- ومنذ الخمسينيات من هذا القرن ازداد سحب الماء على مستوى العالم ثلاث مرات ونصفا. ويعود هذا بدرجة كبيرة إلى ازدياد عدد السكان واتساع الأنشطة الزراعية والصناعية. وفي العقدين القادمين سوف يتضاعف استهلاك الماء مرتين على الأقل حتى يواجه الاحتياجات الغذائية والاحتياجات الأخرى لسكان العالم الذين يتزايدون بسرعة فائقة.

٤-١-٣-٣ مشاكل المصادر المائية

- قلة الماء (أو الجفاف): يؤدي الجفاف إلى أضرار اقتصادية وبشرية على مستوى العالم تفوق ما تؤدي إليه أية أخطار طبيعية أخرى. وهناك على الأقل ثمانون دولة – يسكن فيها ما يقرب من ٤٠% من سكان العالم – تعاني من دورات الجفاف التي قد تستمر عدة سنوات. ومن المناطق المحتمل أن تعاني من نقص متزايد في الماء شمال أفريقيا وبعض مناطق الهند وشمال الصين وكثير من بلدان الشرق الأوسط والمكسيك وأجزاء من غرب الولايات المتحدة الأمريكية وبولندا. والسبب في الجفاف يعود إلى قلة الأمطار أو ارتفاع درجات الحرارة عن المعتاد أو كليهما. ويزيد من تأثير الجفاف الازدياد السريع في عدد السكان، كما يزيد من تأثيره سوءا محاولة إعاشة عدد كبير من الأفراد وقطعان الماشية والأغنام في مناطق تعاني منه فترات طويلة من الجفاف. ويزيد من تأثير الجفاف أيضا التغيرات المناخية المحلية والإقليمية التي تحدث نتيجة الفقد الشديد للغطاء الأخضر الناتج عن قطع أشجار الغابات والرعي الجائر.

- كثرة المياه (أو الفيضانات): تتمتع بعض البلدان بوفرة في الأمطار التي تسقط في فصل واحد من فصول العام، ففي الهند مثلا يسقط ٩٠% من الأمطار بين شهري يوليو وسبتمبر مما يمكن أن يتسبب في حدوث الفيضانات وما يستتبعها من تشبع التربة بالمياه واستنزاف أملاحها وإزالة طبقاتها السطحية وجرف المحاصيل الموجودة بها بعيدا. ويمكن أن يتسبب الهطول المستمر للأمطار في فيضان الأنهار

والبحيرات وإغراق الأراضي المحيطة بها. وتعتبر الفيضانات مثلها مثل الجفاف كوارث طبيعية. ولقد أدى النشاط البشري إلى ارتفاع ضحايا الفيضانات وارتفاع خسائرها. لقد أدت الزراعة الكثيفة للأرض وقطع الغابات والرعي الجائر والتعدين إلى إزالة النباتات والتربة التي تتشرب المياه. ولقد شارك التوسع العمراني أيضا في ازدياد الفيضانات لأنه يستبدل الغطاء النباتي بالطرق السريعة ومواقف السيارات والمراكز التجارية والمباني والمساكن وهي تؤدي جميعها إلى الانسياب السريع لمياه الأمطار.

- بعد مصادر المياه: في بعض البلدان تبعد الأنهار الكبيرة التي تحمل المياه عن المراكز الزراعية والسكانية، فعلى سبيل المثال تذهب ٦٠% من مياه الأمطار السطحية في منطقة نهر الأمازون – وهو أطول أنهار العالم – إلى مناطق بعيدة عن مناطق التجمعات السكانية.
- تلوث مياه الشرب: تزداد ملوثات الماء بسبب الزيادة السريعة في عدد السكان في العالم وأيضا بسبب الفقر والتصنيع. وطبقا لإحصائيات منظمة الصحة العالمية، يوجد حوالي ١,٥ بليون شخص لا يتوفر لهم مصدر آمن لمياه الشرب، كما يموت على الأقل خمسة ملايين شخص كل عام معظمهم من الأطفال تحت سن خمس سنوات، بسبب الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.

٤-١-٤ الغابات والمراعي

إن حوالي ١١% من مساحة الأرض اليابسة على سطح الكرة الأرضية (باستثناء المناطق القطبية) تعتبر صالحة للزراعة، وتعاني النسبة الباقية من مساحة الأرض من مشكلات مختلفة كالجفاف، وقلة العناصر الغذائية، وارتفاع كمية العناصر السامة، وضحالة عمق التربة، وارتفاع نسبة الماء في التربة، ووجود أملاح في التربة ومياه الري. وتقدر مساحة الأرض المنتجة للمحاصيل بحوالي ١٤ مليون كم². وللأسف الشديد فقد استغل في السنوات الأخيرة كثير من الأراضي الصالحة للزراعة في عملية توسع المدن، فأقيمت عليها المنشآت المختلفة، ويعتقد أن حوالي ٣٠٠٠ كم² من الأرض الزراعية الجيدة في الدول المتطورة يتم تحويلها سنويا إلى مناطق سكنية أو صناعية. كانت الغابات تغطي جزءا كبيرا من سطح الأرض قبل اندلاع الثورة الخضراء الحديثة وتطور وسائل الزراعة. لقد أزيل كثير من الغابات في أوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية، وحولت الغابات إلى مزارع، وأحياء سكنية، وغير ذلك ونحن نعلم بأن الغابات هي المصدر الوحيد للأخشاب في العالم. إن زراعة الغابات لأغراض تجارية يعتمد أساسا على زراعة نوع واحد من الأشجار في مناطق مختلفة وخلال فترات محددة وذلك لضمان سهولة قطع هذه الأشجار واستمرار عملية البيع. ومن الواضح أن عملية زراعة الأشجار لأغراض تجارية لا تفيد في نمو

النظام البيئي بأي شكل من الأشكال. صحيح أن عملية زراعة الأشجار يصحبها نمو لأنواع كثيرة من الكائنات الحية، ولكن حصاد هذه الأشجار بعد فترة محددة سوف يؤدي إلى القضاء على هذه الكائنات الحية المتنوعة وبشكل سريع ومفاجئ. إن من أول قواعد حماية المراعي معرفة إنتاجية المراعي من الأعشاب سنويا ومعرفة كمية العشب الذي يمكن أن تأكله الماشية من هذا المرعى دون أن تؤدي إلى قتل النباتات. وينصح دائما بتقسيم المرعى إلى أجزاء عديدة تفصلها حواجز، ويسمح للماشية برعي جزء معين من المرعى ولفترة من الزمن. بعد ذلك تنقل الماشية إلى جزء آخر يتميز بغزارة الأعشاب ويترك الجزء الأول ليستعيد نشاطه ونموه من جديد.

ومن الطرق الأخرى التي تساعد على زيادة الإنتاج وبقاء المرعى بشكل جيد طريقة حرق المرعى وخاصة عند تكدس طبقة سميكة من الأعشاب القديمة الجافة على الأرض والتي إذا تركت لوقت طويل سوف تؤدي إلى نمو أنواع مختلفة من الفطريات والبكتيريا والحشرات، كذلك يساعد حرث الأرض على زيادة الإنتاج النباتي، غير أن هذه الطريقة باهظة التكاليف وخاصة إذا كانت مساحة المرعى شاسعة.

ومن المشكلات الهامة التي تتعرض لها المراعي بسبب الرعي المكثف (الجائر) هو تعرية التربة، وانجرافها، وظهور أنواع جديدة من النباتات الضارة والسامة والشوكية، إضافة إلى ظهور الفئران والحشرات. كذلك فإن زيادة عدد الماشية فوق رقعة صغيرة من المرعى قد يؤدي إلى زيادة تماسك التربة، وبالتالي يؤدي ذلك إلى انخفاض الإنتاج النباتي. وتكثر المراعي الطبيعية في المناطق كثيرة الأمطار من العالم، ويتميز الوطن العربي بمراع ذات إنتاجية قليلة، وتوجد أهم المراعي العربية فوق الجبال العالية والوديان والمنخفضات الصحراوية والسهول الساحلية.

٤-١-٥ الحيوان

فيما يلي بعض الأمثلة من الحيوانات وكيف تتأقلم وتتواءم مع ظروف البيئة. وتلعب الدهون المختزنة في جسم بعض الحيوانات دورا هاما في حياة هذه الحيوانات تحت ظروف الصحراء، فهذه الحيوانات تستفيد من الماء الناتج عن أكسدة هذه الدهون.

- الجمل

إن القدرة الفائقة للجمل على تحمل ظروف الصحراء معروفة لدينا جميعا، ولذا سمي بسفينة الصحراء. ويلعب الجمل دورا هاما في حياة البدو في الصحراء، فعلاوة على كونه وسيلة للنقل فإن الناقة تدر حوالي ١٠ لترات من الحليب يوميا، وينتج الجمل وبرا للنسيج (حوالي ٣ كجم). وقد تبين

أن طرز النشاط الفسيولوجي للجمل لا تختلف عنها في كثير من اللبائن إلا من حيث الكم. إن الحرارة الشديدة في الصحراء تزيد من حرارة جسم الجمل، ويضاف إلى هذه الحرارة الآتية من الجو تلك الحرارة الناتجة عن عمليات التحول الغذائي في جسم الجمل. وكما هو الحال في كل الحيوانات التي تتعرض لمناخ حار، فإن الطريقة الوحيدة للجمل أن يتخلص من هذه الحرارة إذا ما زادت عن حرارة جسمه بواسطة تبخير الماء من جسمه، ونظرا لكبر حجم الجمل فإنه لا مهرب له من هذه الحرارة في الصحراء وعليه أن يفقد الماء الكثير حتى يخفض من حرارة جسمه إلى الدرجة العادية له. ونظرا لنقص الماء وندرته فعليه أن يقوم بذلك بطريقة اقتصادية. ويجب أن ندرك أن الجمل لا يختزن الماء في سنامه، إلا أنه إذا سنحت له فرصة وجود الماء فإنه يشرب كميات كبيرة تعوض ما فقده من ماء. كما يجب أن نعلم أن الجمل إذا حرم من الماء لوقت طويل فقد وزنه بمعدل يعتمد على المحتوى المائي لغذائه وعلى الظروف المناخية. ويستطيع الجمل أن يتحمل نقص الماء بدرجة كبيرة، فقد يفقد ربع وزنه دون أثر بالغ الضرر، ورغم هذا الفقد فإنه يحتفظ بحجم دمه ومحتواه المائي ثابتا.

وهناك عامل هام يساعد الجمل على ظروف الصحراء، هو أن المدى الحراري لجسم الجمل قد يزيد عن ٦ درجات مئوية ولذلك فإن الارتفاع البطيء في حرارة جسم الجمل في اليوم الحار نتيجة لكبر حجمه، وتحمل الجمل ارتفاع درجة حرارة جسمه قبل أن يبدأ في خفض الماء لتخفيض الحرارة، كل هذا يحفظ جزءا كبيرا من الماء في جسم الحيوان. علاوة على أن تحمل ارتفاع حرارة الجسم إلى حد ما يقلل الفرق بين حرارة الجسم وحرارة الجو، وهذا يقلل التبخر، فإن اختزان الحرارة في النهار وفقدها في الليل من جسم الجمل يقلل حاجة الجمل إلى فقد الماء لخفض درجة حرارة جسمه، بالإضافة إلى أن وبر الجمل يمثل عازلا يحجز أثر الحرارة على جسمه. وكذلك تساعد طبيعة الكليتين في الجمل على الحفاظ على الماء وتركيز البول، كما أن براز هذا الحيوان وغيره من الحيوانات في الصحراء يكاد يكون خاليا من الماء.

- **الماعز والأغنام**

للماعز المقدرة على اختزان الحرارة في النهار وفقدها في الليل، وفي ذلك توفير للماء الذي يلزم للتبخير لخفض درجة حرارة جسم الحيوان في النهار، كما أن لكليتيهما نفس الصفات التي في الجمل. أما في بعض الأغنام فإن تركيز الدهون في الذيل الدهني يرتبط بموسمية المطر، ففي الفصل الماطر تزداد الدهون وتختزن للاستفادة بها في موسم الجفاف. وعندما لا يتوفر الماء ولا الغذاء الأخضر فربما يستخلص الحيوان بعض الماء الناتج من أكسدة دهن ذيله.

- الغزلان

تعيش الغزلان قريبا من مصادر المياه، ولكنها إذا افتقدته تستطيع إلى حد ما الاعتماد على ما في غذائها الأخضر من ماء.

- الحيوانات آكلة اللحوم

ومنها الذئاب والثعالب والقطط البرية، وهي حيوانات تلجأ في النهار إلى الكهوف والأماكن المحمية، وتخرج في الليل بحثا عن فريستها. وبذلك فهي لا تحتاج لتبخير ماء من جسمها بدرجة كبيرة لعدم تعرضها لحرارة النهار، علاوة على أنها تحصل على قدر كبير من الماء من جسم فريستها. وبعضها يلجأ للآبار ومصادر المياه المختلفة. وتستطيع كلية هذه الحيوانات إخراج فضلات التحول الغذائي البروتينية في بول شديد التركيز.

- القوارض

يعيش العديد من القوارض في الصحراء، والطريف أن وجود بعض القوارض في بيئات معينة يرتبط بنوعية النباتات التي تنمو في تلك البيئة. فبعض القوارض يعيش في البيئات الملحية، وتعتمد هذه القوارض في غذائها على النباتات الملحية العصيرية ذات المحتوى المائي المرتفع. وهناك من القوارض ما يعيش تحت سطح الأرض في أنفاق متشعبة، وتتغذى هذه القوارض على أبصال ودرنات النباتات المطمورة في الأرض. وهذه الحيوانات الصغيرة من الفئران والجرابيع تحتاج لكمية كبيرة من الماء لتبخيره حتى يتحكم الحيوان في درجة حرارة جسمه تحت الظروف القاسية في الصيف. وقد تصل هذه الكمية إلى ١٥% من وزن الفأر، مع أن الجمل يحتاج لفقد ١% فقط من وزنه لنفس الغرض. وبذلك يكون التبخير بغرض التبريد غير معقول في القوارض الصغيرة الحجم. فمن أين يأتي الحيوان بكل هذا الماء وهو لا يكاد يشرب ؟ بل إن بعض القوارض مثل الجربوع لا يشرب الماء مطلقا ويستطيع أن يعيش دونه، ولذلك فإن القوارض توائم نفسها مع البيئة بطرق كثيرة، فتلجأ القوارض إلى حفر الخنادق والأنفاق تحت سطح الأرض حيث تنخفض الحرارة وتزيد نسبة الرطوبة، وتتخذ هذه الحيوانات من الخنادق والحفر مساكن وملاجئ تأوي إليها عندما يشتد الحر وتلتهب الرمال، وبهذا يتفادى الحيوان مشكلة الحرارة في نهار الصيف الحار. وقد وجد في بعض الأماكن الصحراوية في الصيف أن حرارة الهواء ٣٨ درجة والرطوبة النسبية فيها ١٧%، وكانت حرارة سطح التربة تحت هذه الظروف ٦٣ درجة. وفي الوقت ذاته كانت حرارة الهواء في أحد الأنفاق الصحراوية ٣٧ درجة مع رطوبة نسبية قدرها ٦٠%. وبذلك تحتمي القوارض في هذه الأنفاق خلال

فترة الظهيرة. أما في الليل، فإن الحرارة تنخفض وكذلك الرطوبة النسبية مما يساعد الحيوان على الانطلاق خارج الأنفاق والجحور بحثا عن غذائه، دون تعرض لحرارة مرتفعة أو رطوبة منخفضة. بالإضافة إلى ذلك، فإنه خلال عملية الهدم والتغيرات الكيميائية المختلفة التي تحدث داخل الجسم يتكون الماء كمادة زائدة عن احتياج الجسم فبدلا من طردها إلى الخارج يستغلها الحيوان لنفعه، ولعل هذا التفسير يسهل علينا تفهم كيف أن براز هذه الحيوانات يكاد يكون خاليا من الماء دائما، وكيف أن بولها مركز جدا، وقد يصل تركيز الأملاح فيه ثلاثة أضعاف تركيزها في ماء البحر.

- الطيور

تعتمد الطيور على بذور النباتات بينما يعتمد البعض الآخر على المفصليات والقواقع والكائنات الصغيرة. وملاءمة الطيور للبيئة الصحراوية غالبا يتم خلال سلوك الطيور وتصرفاتها. فكثير من الطيور تلجأ إلى الشجيرات لتختبئ فيها أثناء النهار. وقد لوحظت علاقات اجتماعية بين أنواع معينة من الطيور وأنواع معينة من الشجيرات النباتية. كما تختبئ بعض الطيور في ظل صخور الأودية. بالإضافة إلى ذلك، فإن طيران الطيور في الجو يبعدها عن أثر الحرارة المنعكسة من التربة في الصيف، وبذلك تكون في جو أقل حرارة. ولريش الطيور دور هام في حفظها من أثر الحرارة. وحرارة جسم الطيور أكثر من حرارة جسم الثدييات، وترتفع عن الأخيرة حوالي ٢ - ٤ درجات مئوية. وهذا يقلل حاجة الطائر لفقد ماء لتلطيف حرارة جسمه كما يحدث في الثدييات.

وإذا ظمئت الطيور فإنها تطير بحثا عن الماء في بئر أو عين، حتى إذا وجدته شربت وارتوت، أما صغار الطيور غير القادرة على الطيران فإنها تحصل على الماء بطريقة طريفة. فالآباء والأمهات تذهب إلى حيث يوجد الماء، وتبل ريشها وخاصة الذي يغطي الصدر، وله من الصفات ما يعينه على حمل قدر من الماء، فإذا رجعت إلى أوكارها أخذ الصغار الريش المبتل في مناقيرها وامتصت منه الماء، أما الطيور التي تعتمد على القواقع والحيوانات الصغيرة في غذائها فإنها تحصل على قدر لا بأس به من الماء مع غذائها.

- الزواحف

يقطن البيئة الصحراوية العديد من الزواحف، فمنها السحالي والأبراص والضب والورل والثعابين وغيرها. وثعابين الصحاري منها السام وغير السام. وللزواحف القدرة على تنظيم فترات نشاطها اليومي والموسمي على نحو تتفادى به درجات الحرارة القاسية، وذلك بأن تبقى في جحورها أثناء الليل أو في فترة الصباح أو فترة المساء، وربما يعدل الحيوان مواعيد نشاطه في الفصول المختلفة.

ويقال عن نوع من الأبراص الصحراوية أنها تخرج من جحورها في أوائل الصيف حوالي الساعة التاسعة صباحا، وتبقى نشطة حتى قبيل الظهيرة، ثم تعود إلى جحورها، ثم تخرج ثانيا إلى سطح الأرض حوالي الساعة الخامسة بعد الظهر لتستأنف نشاطها. أما في منتصف الصيف، فهي تخرج من جحورها في الصباح المبكر حوالي الساعة السادسة صباحا، وتعود إليه بعد فترة وجيزة ولا تخرج منه ثانيا طالما كانت درجات الحرارة مرتفعة.

وتستفيد بعض الزواحف من ظل الشجيرات الصحراوية فتبقى في حمايته ما بقيت الحرارة مرتفعة، حتى إذا لطف الجو - عندما يقترب المساء - بدأت نشاطها بحثا عن الغذاء. ويتغير مظهر الحياة الحيوانية من فصل إلى آخر، فتكون بعض الزواحف والأفاعي في حالة بيات شتوي، عندما تنخفض درجة الحرارة. كما أنه يوجد نوع آخر من البيات يحدث في الصيف عندما ترتفع درجة الحرارة وتنخفض الرطوبة في الجو، ويدعى بالكمون الصيفي. وتتغذى معظم الزواحف الصغيرة بقدر من الماء في غذائها، أما تلك التي تعتمد على النباتات مثل الضب فإنها تعتمد على النباتات العصيرية مرتفعة المحتوى المائي.

وهناك ظاهرة نلمحها بوضوح في زواحف الصحراء، بل وفي غيرها من الحيوانات في البيئة الصحراوية ونتبين منها أثر البيئة في الحيوان، تلك الظاهرة هي المماثلة أو المحاكاة، أي مشابهة الحيوان للوسط الذي يعيش فيه في الشكل واللون. فنرى مثلا كثيرا من الأفاعي والسحالي تضرب في لونها إلى الصفرة مشابهة في ذلك لون رمال الصحاري الصفراء، وأوضح مثل لذلك هو الحرباء التي تتلون بألوان مختلفة حسب لون النباتات والبيئة التي تعيش فيها، وفي هذا حماية للحيوان من أعدائه.

- المفصليات

يعيش في الصحراء عديد من أنواع العناكب والعقارب والخنافس وعديدات الأرجل والحشرات، وبعض هذه الكائنات لا يظهر إلا في الليل مثل العناكب وعديدات الأرجل والعقارب، أما في النهار فإنها تختبئ تحت الأحجار، وربما تعمقت في الأرض أكثر. وللحشرات أغلفة تحمي جسمها من فقدان الماء عند ارتفاع الحرارة، كما تستطيع العناكب الاستفادة من بخار الماء الموجود في الجو.

- القواقع الصحراوية

تعيش القواقع في كثير من البقاع الصحراوية، وأحيانا تغطي النباتات فكأنها زهور بيضاء، وتحتمي هذه القواقع بأصدافها الصلبة، وتمتد أقدامها الرخوة عند الظروف الملائمة.

٤-٢ أساليب الحفاظ على الموارد الطبيعية *Conservation of Natural Resources*

تعتبر عملية المحافظة على المصادر الطبيعية من بين أهم الأمور التي تشغل علماء البيئة، ويعتقد كثيرون أن عملية المحافظة على هذه المصادر يمكن أن تتم بواسطة الاقتصاد في استهلاك الخامات الطبيعية، وذلك من أجل أن تستفيد منها الأجيال القادمة من البشر. والواقع أن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية تعني من الناحية العلمية الدقيقة **" التخطيط العلمي لعملية التطور، وعلى مستويات مختلفة، وعدم الإخلال بالأنظمة البيئية الطبيعية"**. ولتوضيح ذلك نذكر بعض الأمثلة:

إن الخامات المعدنية الموجودة في قشرة الأرض وباطنها محدودة، وتجديدها يحتاج إلى ملايين السنين، وإن صح هذا التعبير فإن كمية البترول المخزونة في باطن الأرض مثلا معرضة للنضوب في وقت قريب إذا استمرت عملية استخراجه بالسرعة التي هي عليه هذه الأيام، وهناك أدلة عديدة على ذلك، فقد نفد البترول من حقول عديدة في الولايات المتحدة الأمريكية وفي بعض الدول الأخرى في السنين الأخيرة.

إن إصدار القوانين التي تحد من صيد الأسماك في الأنهار العربية مثل دجلة والفرات والنيل خلال فصل معين من السنة ما هو إلا إجراء المقصود منه حماية الأسماك، وتركها تتكاثر بحرية خلال موسم التكاثر، وذلك من أجل زيادة الثروة السمكية في هذه الأنهار لبقية فصول السنة. كذلك فإن منع الصيادين من قتل الغزلان الصحراوية من أجل التسلية إجراء حكيم يهدف إلى حماية هذه الحيوانات من الانقراض. إن عملية الصيد المستمر في شبه الجزيرة العربية أدت بغزال المها والنعامات أن تصل إلى حالة يصعب فيها العثور على هذه الحيوانات حرة طليقة في هذه الصحراء. إن التطور السريع الذي نشاهده هذه الأيام في المجالات الزراعية والصناعية وغير ذلك أدى في كثير من الأحيان إلى الإخلال بالأنظمة البيئية الطبيعية، وذلك بتغير أعداد الحيوانات والنباتات وأنواعها وتغير العناصر الطبيعية المكونة للأرض والماء. إن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية ليست عملية سهلة، ولكن يمكن تدارك العديد من المشكلات البيئية باتباع **القواعد الثلاث التالية:**

١. بقاء العمليات البيئية الطبيعية واستمرارها.

٢. بقاء الأنواع المختلفة من الكائنات الحية في الطبيعة واستمرارها.

٣. ترشيد استهلاك الكائنات الحية والخامات الطبيعية.

٤-٣ أنواع الأنظمة البيئية *Types of Ecosystems*

١. **التقسيم على أساس المكونات الحية وغير الحية**

تقسم النظم البيئية من ناحية توفر المكونات الحية وغير الحية إلى قسمين:

أ. **نظام بيئي طبيعي (متكامل):**

ويشار له أحيانا بالنظام البيئي المفتوح، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية المذكورة سابقا (الحية وغير الحية) مثل الغابة والمستنقع والنهر والبحيرة.

مثال: تعتبر برك المياه مثالا سهلا يوضح مكونات النظام البيئي الطبيعي.

ب. **نظام بيئي غير متكامل:**

ويشار له أحيانا بالنظام البيئي المغلق وهو الذي يفتقر إلى واحد أو أكثر من المكونات الأساسية.

مثال: تعتبر الأعماق السحيقة مثالا لنظام بيئي غير متكامل من حيث إنه يفتقر إلى الكائنات الحية المنتجة بسبب الظلام الدامس. فتعيش آكلات القمامة والكائنات المحللة على ما يسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من الطبقات العليا للمحيط، وقد توجد أيضا كائنات مفترسة للتغذي على آكلات القمامة. ومن هنا يعتمد النظام البيئي على الإنتاج الخارجي، أي التساقط من المستويات الأعلى. وقد تتواجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي لكنها لا تستطيع أن تنتج كمية فعلية من المادة العضوية. وتوجد حالة شبيهة في الكهوف حيث يمنع الظلام الدامس من نمو النباتات الخضراء، وهنا أيضا توجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي ولكنها لا تنتج كمية محسوسة من المادة العضوية. وقد يدخل إلى الكهف كمية من الغذاء المنتج خارجيا عن طريق تسرب المياه. وعمليا لابد لجميع الحيوانات التي تسكن الكهوف مبارحة الكهف بحثا عن الغذاء كما تفعل الخفافيش والأرانب والقوارض وبعض الكائنات المفترسة.

٢. **التقسيم حسب مصدر الطاقة**

تقسم النظم البيئية من ناحية مصدر الطاقة المحركة للنظام البيئي إلى ثلاثة أقسام هي:

أ. **نظام بيئي طبيعي:** يدار بالطاقة الشمسية مثل المحيطات المفتوحة والغابات.

ب. **نظام بيئي بشري:** يدار بالطاقة الشمسية حيث يقوم الإنسان تبعا لمصالحه المعيشية باستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية ويضيف إليها مواد جديدة كالأسمدة والمبيدات الحشرية ومن أمثلتها البساتين والحقول الزراعية، وهذا النوع يساهم في تلوث البيئة والإضرار بعناصرها الحيوية وغير الحيوية.

ت. **نظام بيئي صناعي:** يدار بطاقة الوقود، حيث تعتمد طاقة هذا النظام على مصدر غير الشمس كالكهرباء والوقود وغيرها. ومن أمثلته المدن ومجتمعات المصانع الكبرى، وهذا النوع هو الذي أدى إلى تلوث البيئة بشكل مباشر.

وفيما يلي الفرق بين النظام البيئي الطبيعي والأنظمة البيئية الأخرى:

١. تعد الشمس مصدر الطاقة في النظام البيئي الطبيعي وهو مصدر لا ينضب ولا يسبب أي نوع من التلوث. في حين يستمد النظام البيئي البشري طاقته من مصادر تسبب التلوث وتؤدي إلى استنزاف مصادر الثروة الطبيعية مثل الفحم الحجري والبترول.

٢. تتوفر الحلقة المحللة في النظام البيئي الطبيعي التي تقوم بتحليل جميع مخلفات النظام البيئي في حين لا تتوفر هذه الحلقة غالبا في النظام البيئي البشري. كما يتميز النظام البشري بتوفر كمية هائلة من المواد السامة المضرة بالبيئة مثل المبيدات والفضلات المختلفة فكثير منها غير قابل للتحلل.

٣. يشتمل النظام البيئي البشري على عدد من النظم الفرعية وهي النظم الاجتماعية والسياسية والثقافية والتكنولوجية والاقتصادية، وهذه النظم تعمل على زيادة الإنتاج وتوفير رفاهية العيش للإنسان.

٤-٤ مكونات النظام البيئي *Components of Ecosystem*

النظام البيئي هو عبارة عن وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وأخرى غير حية، تتفاعل مع بعضها وتؤدي إلى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية. لذا فالنظام البيئي بما يشمل من جماعات ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعنى بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية. ويمثل الموطن البيئي

Habitat وحدة النظام البيئي حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة من معالم فيزيائية وكيماوية وحيوية.

١. المكونات (العوامل) غير الحية: *Abiotic Components (Non-living Part)*

تشتمل المكونات البيئية غير الحية على ما يلي:

أ. المواد غير العضوية مثل الكربون والأكسجين والنيتروجين والفوسفور وباقي العناصر الطبيعية.

ب. المواد العضوية مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية.

ت. عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء الخ.

ث. عناصر فيزيائية كالجاذبية والإشعاع.

٢. المكونات (العوامل) الحية: *Biotic Components*

تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعني بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة، وتقسم إلى:

أ. المنتجات *Producers*

تحتاج هذه الكائنات إلى الماء وثاني أكسيد الكربون (CO_2) والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة وبعض المعادن لكي تبقى حية، وتختلف هذه الكائنات عن الكائنات الأخرى في أنها تقوم بتحويل المركبات غير العضوية ذات الطاقة المنخفضة إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة (كالسكريات) في البلاستيدات الخضراء بواسطة الكلوروفيل، لذا فهي تسمى بالكائنات ذاتية التغذية *Autotrophs* . وتعد جميع النباتات الخضراء بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية كائنات منتجة (ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية البناء الضوئي.

كما أن بعض أنواع من البكتيريا تعد كائنات منتجة من حيث إنها قد تمارس البناء الضوئي *Photosynthetic bacteria* أو البناء الكيميائي *Chemosynthetic bacteria* .

ب. المستهلكات *Consumers*

وهي التي تستعمل المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة وبذلك تعتبر غير ذاتية التغذية *Heterotrophs* لأنها غير قادرة على إنتاج

مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية. وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتيريا. وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي إلى:

١. آكلات الأعشاب *Herbivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على النباتات، كالمواشي وأنواع من القوارض والغزلان والطيور آكلة البذور والحشرات، وهناك بعض الكائنات المائية التي تتغذى على الهوام النباتية (الطحالب) وجميعها تعتبر مستهلكات أولى.

٢. آكلات اللحوم *Carnivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على اللحوم ويختلف مستوى الغذاء لآكلات اللحوم، فقد يعد مستهلكا ثانيا أو ثالثا حسب دوره الغذائي في سلسلة الغذاء. فمثلا يتغذى العقرب المائي (مستهلك ثاني) على القشريات وقد يؤكل من قبل ضفدع، وهذا قد يؤكل من قبل سمكة صغيرة تؤكل من قبل سمكة كبيرة وأخيرا يتغذى العقاب (مستهلك سادس) على هذه السمكة.

٣. آكلات الأعشاب واللحوم *Omnivores*

كائنات حية مستهلكة تتغذى على النبات والحيوان معا، وهي بذلك يمكنها أن تكون مستهلكات أولى وثانية وثالثة في نفس الوقت، ومنها الإنسان. فالإنسان الذي يأكل الخضار يسمى مستهلكا أولا والذي يأكل لحوم المستهلكات الأولى يعتبر مستهلكا ثانيا، وقد يكون مستهلكا ثالثا عندما يتغذى على لحوم مستهلكات ثانية كالأسماك، وكذلك الحال بالنسبة للعديد من الكائنات الحية.

والطفيليات التي تنتمي إلى المستهلكات تعد كائنات متخصصة غير ذاتية التغذية تتطفل على الكائنات الأخرى في غذائها. وبالنسبة إلى تدفق الطاقة عبر النظام البيئي تتخذ الطفيليات النباتية نفس المستوى الغذائي لآكلات الأعشاب وتتخذ الطفيليات الحيوانية نفس المستوى الغذائي لآكلات اللحوم. أما الحيوانات الكناسة أو آكلة القمامة والجيفة *Scavengers* مثل النسور والضباع فهي تمثل دور آكلة اللحوم لكنها تتغذى على الحيوانات الميتة.

ت.المحللات **Decomposers**

وهذه الكائنات لا يمكن اعتبارها ذاتية التغذية حيث إنها لا تصنع غذاءها من مواد غير عضوية، ولا يمكن أيضا أن نعتبرها كائنات مستهلكة حيث إنها لا تتناول طعاما جاهزا بل إنها تقوم بتحليل

الكائنات الحية بعد انتهاء عملية التحلل الذاتي *Autolysis* (التي تحدث داخل الكائن الحـــي بعـــد الموت مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها. وتشمل المحللات البكتيريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية محللة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة.

وتصنف المحللات إلى ثلاثة أنواع حسب متطلباتها من الأوكسجين:

١. الكائنات الدقيقة الهوائية Aerobes

وتحتاج هذه الكائنات المحللة إلى الأوكسجين الكافي لاستمرار حياتها ونشـــاطها. وعمليـــة التحلـــل الهوائي تشبه عملية التنفس داخل الخلايا الحية إذ تتحلل المادة العضوية إلى CO_2 والماء وهي أيضا عكس تفاعل التمثيل الضوئي من حيث المتطلبات والمنتجات النهائية للتفاعل. لـــذا يعـــرف التحلـــل الهوائي أحيانا بتنفس النظام البيئي.

٢. الكائنات الدقيقة اللاهوائية Anaerobes

وتحتاج لاستمرار حياتها ونشاطها وسطا لا يتوفر فيه الأوكسجين مثل بكتيريا الميثان التـــي تحلـــل المواد العضوية والكربونات إلى غاز الميثان عند عدم وجود الأوكسجين.

٣. الكائنات الدقيقة الاختيارية Facultative anaerobes

وهي تلك التي تستطيع أن تكيف نفسها حسب الوسط الذي تعيش فيه، فإذا توفر الأوكســـجين كانـــت هوائية وإذا لم يتوفر أصبحت لا هوائية مثل بكتيريا التربة ***Aerobacter***.

اتزان النظام البيئي *Ecosystem homeostasis*

إن اتزان مجموعة الأنظمة البيئية الموجودة على سطح الكرة الأرضية أمر ضـــروري لاســـتمرارية الحياة. واتزان النظام البيئي معناه التوازن في مجمل الدورات الغذائية الأساسية والمسالك المتداخلـــة للطاقة داخل نظام بيئي ما. وهذا يتطلب أن تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي في اتـــزان، ولـــذا لابد أن يكون هناك توازن بين الإنتاج والاستهلاك والتحلل داخل النظام البيئي. وإذا أخـــذنا مفهـــوم الاتزان على مستوى النظام البيئي فإننا نبحث في مدخلات بيئية ***Inputs*** تأتي من الوسط المحـــيط

كالطاقة الشمسية و CO_2 والأوكسجين والماء والعناصر الغذائيـــة، ومخرجـــات بيئيـــة ***Outputs*** تطرح في الوسط المحيط وتشمل الأوكسجين و CO_2 والماء وعناصر غذائية وطاقة حرارية مفقودة من عملية التنفس. وحتى يتحقق الاتزان يجب أن يتوفر شرط التعادل في معدل دخـــول المـــدخلات وخروج المخرجات. ويتحقق الاتزان في عمليات التنظيم داخل المجتمعات النباتية والحيوانيـــة عـــن طريق التغذية الراجعة ***Feedback Mechanism*** والتنظيم الذاتي ***Self Regulation*** .

هناك اتزان في النظام البيئي المائي، وعلى سبيل المثال تؤدي الزيادة في درجة حرارة المـــاء فـــي فصل الربيع والتي تزيد من معدل النشاط الأيضي في النباتات والحيوانات المائية إلى زيادة في تركيز CO_2 ونقص في O_2 وازدياد نسبة CO_2 ودرجة حرارة الماء يزيد من سرعة البناء الضـــوئي، مما يؤدي إلى استهلاك CO_2 وإنتاج O_2 ، وهكذا يميل O_2 ، CO_2 إلى العودة إلى الحدود المناسبة. أما إذا انحدرت درجة الحرارة وانحدر معدل النشاط الأيضي واستهلك كل ما هو متوفر مـــن CO_2 الذائب في الماء عندئذ يتحدد نمو النبات حتى يضيف التحلل مزيداً من CO_2 الذائب في الماء وهـــذا بحد ذاته يعتبر اتزانا في النظام الحيوي.

ويستطيع النظام البيئي الاستجابة للتغيرات البيئية عن طريق الجماعات السكانية التي تشكل النظام البيئي (العوامل الحية). ويتم ذلك عن طريق تعديل فسيولوجية أو سلوك هذه الكائنات بما يتناسب مع الوضع الجديد. وتختلف الجماعات في معدل استجابتها للظروف البيئية، فهناك بعض الجماعات التي تستجيب بسرعة للظروف البيئية كتوفر الغذاء مثلا وتتأثر بشدة بالظروف البيئية السلبية كالجفـــاف، ومن الأمثلة على هذه الجماعات النباتات الحولية والحشرات والفئران. ومـــن جهـــة أخـــرى هنـــاك جماعات تكون أقل استجابة للتغيرات، فلا تتأثر معدلات الولادة أو الوفيات أو الهجرة بشـــكل حـــاد، ومن الأمثلة على هذه الجماعات الأشجار الكبيرة والحيوانات الثديية الكبيرة.

وللنظام القدرة الذاتية على البقاء ***Persistence*** تحت ضغط التغيرات المحيطة، وهنا قـــد يمـــارس النظام البيئي دوره بطريقتين لتحقيق العودة إلى الاتزان الطبيعي:

١. المرونة البيئية ***Ecological Resilience***

وهي القدرة على امتصاص التغير ومن ثم البقاء وبالتالي العودة إلى الوضع الطبيعي عند تحسن الظروف. ومن هذا المفهوم نستنتج أن تأرجح الجماعات السكانية تحت تأثير تغير معين لا يعنـــي أن النظام البيئي قد انتكس بل إن أمامه فرصة لاسترداد عافيته إذا كانت الأفراد التي يتألف منها النظـــام البيئي متكيفة ومرنة.

ومن المعلوم بأنه لأي ظاهرة بيئية يوجد العديد من الطروحات والزوايا المختلفة لتفسيرها، ولعل مسألة الاتزان البيئي تحتل الحيز الأكبر من النقاش وإرساء الفرضيات من قبل العلماء والمدارس البيئية المختلفة لتعليل هذه الظاهرة. فنرى أن مجموعة من العلماء تقول إن أهم نقطة يرتكز عليها اتزان النظام البيئي هي السرعة في العودة إلى نقطة الأصل (الحالة العادية) بعد التعرض لمؤثر معين، وبناء على هذه الفرضية فإن المراعي مثلا هي أكثر اتزانا من الغابات، فقط لمجرد أن المراعي والأعشاب تستطيع أن تعود إلى ما كانت عليه بعد التعرض لحريق مثلا بسرعة أكبر من النظام البيئي الغابي. أي أن مرونتها أكبر من مرونة الغابات وهكذا. ويمتاز النظام سريع المرونة بقدرة التزاوج والتناسل بكثرة بحيث يتم إكثار العدد في زمن قصير وتعويض النقص في الجماعة السكانية، وبالتالي البقاء رغما عن الظروف البيئية.

٢. المقاومة البيئية *Ecological Resistance*

وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغير بأقل ضرر ممكن، وتنتج المقاومة من مكونات النظام البيئي نفسه. وعادة ما يمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزنة تساعد على البقاء فيستطيع نظام الغابات مثلا أن يقاوم درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة وكذلك الجفاف وانتشار الحشرات، وذلك لتمكن هذا النظام من استخدام الطاقة المخزنة في أنسجته لاسترداد عافيته. وعلى سبيل المثال فإن حالة التجمد التي تحدث في أول الربيع يمكن أن تقضي على الأوراق حديثة النمو إلا أنه يمكن للأشجار أن تورق من جديد بعد زوال المؤثر. ولكن لنفرض أن هذه الأشجار تعرضت لحريق ضخم أو قطع جائر كثيف فسوف لا يظهر هذا النظام مرونة كافية وتكون عملية العودة للوضع الطبيعي بطيئة جدا ويوصف هذا النظام بأنه مقاوم قليل المرونة.

ويوجد اتجاه آخر من قبل المدرسة الأساسية البيئية لبحث ظاهرة الاتزان عن طريق دراسة مكونات النظام البيئي والسلسلة الغذائية، حيث يبرز علماء البيئة هنا سلبية اختفاء النوع أو الأنواع من السلسلة الغذائية والتي تعتبر على حد رأيهم من العوامل التي تدفع بنظام متزن إلى حالة عدم الاتزان.

ووجهة النظر هنا أن النظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية (بشكل خاص) متكاملة إلى أقصى حد، وأن اختفاء أو انقراض أو هجرة الأنواع نتيجة للملوثات أو التعدي على مساحات الطبيعة بسبب العمران والصناعة هو من مسببات اختلال التوازن البيئي. حيث إن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية عدا دوره في عملية نقل الطاقة من مستوى إلى آخر، فانقراض النوع أو الأنواع يحدث فجوة (فراغا) في البيئة من شأنها أن تعطل مسار الطاقة الطبيعية. وبفقدان

الطاقة أو تشتتها يعتبر العلماء أن النظام غير متكامل وبالتالي غير متزن. ولعل هؤلاء العلماء هم الأوائل الذين أرسوا فكرة إعادة توطين الأنواع في بيئتها الطبيعية حتى تسير الطاقة وتتدفق بشكل طبيعي ويعود النظام البيئي إلى اتزانه الطبيعي.

ولعله من المهم استخلاص الملحوظتين التاليتين حول اتزان الأنظمة البيئية:

١. أن معظم الأنظمة البيئية تتصف إما بالمرونة وإما بالمقاومة ونادرا ما تتصف بالميزتين معا، وعادة ما يكون النظام البيئي المقاوم قليل المرونة والنظام المرن قليل المقاومة.
٢. أن النظم البيئية لها القدرة على أن تؤدي قدرا معينا من التنظيم الذاتي ضمن قدرة احتمالها، ولكن إذا حدث تجاوز لهذه الحدود فلن يعود في مقدورها أن تؤدي وظيفتها، وعندئذ قد تعاني من مختلف أنماط التغير والتضرر والاضمحلال. وعلى سبيل المثال فإن استمرارية تدفق المياه الملوثة في البحيرات العذبة يؤدي إلى ازدياد نمو الطحالب، وازدهار العوالق الحيوانية، ومن ثم يسود تحلل مطرد يؤدي لإنتاج مواد سامة واستنزاف الأوكسجين ومن ثم موت الأسماك والحيوانات المائية.

وكما أشرنا سابقا فإن اتزان النظام البيئي يرتبط بالاستجابات التكيفية ***Adaptation*** للأفراد في الجماعات تحت تأثير التغيرات وتكون الاستجابة بالتغير في السلوك أو الفسيولوجية أو الشكل الخارجي. وتختلف قدرة الكائنات الحية على التكيف، وفي جميع الأحوال فإن الكائنات الأقدر هي التي تساهم بشكل أكبر في مستقبل الأجيال لنظام بيئي محدد بحيث تعطي ذرية كبيرة مقاومة، ويعرف هذا باللياقة ***Fitness*** ويكون التغير في النظام البيئي بازدياد أو نقص اللياقة عند الأفراد، وهذا التفاوت في القدرة على الإنتاج بين الأفراد يعرف بالانتخاب الطبيعي ***Natural Selection***، ومع زيادة التكيفات في الأفراد عبر الأزمان تظهر ظاهرة التطور في النظام البيئي ***Evolution***. ومن هنا فإن اتزان النظام البيئي يأتي من تطور عناصره مع الزمن بحيث تزداد القوة والخبرة لدى أفراد النظام الحياتي في مقاومة التغيرات البيئية.

تطور النظام البيئي (التعاقب *Succession*)

إن التغير في العوامل الفيزيائية أو الحية في منطقة ما يسبب تغيرا في المجتمعات الحية والذي يعرف بالتعاقب، وهو تطور منظم في الأنظمة البيئية يتسبب عن نشوء مجتمع حيوي بدلا من مجتمع حيوي سابق

في نفس المكان. ويمكن ملاحظة التطور في النظام البيئي في بحيرة حديثة التكوين حيث تمر بالمراحل التالية:

١. تتكون الخضرة داخل البحيرة نتيجة انتشار الطحالب فيها.
٢. تستوطن جماعات القشريات والرخويات والحشرات المائية وبعض الديدان.
٣. تلحق بها جماعات من البرمائيات والأسماك.

لذا تتغير البحيرة تدريجيا مع تراكم المواد العضوية في القاع وثراء المياه بالمواد الغذائية. وتتجه الأنظمة البيئية بشكل طبيعي نحو تكوين مجتمعات مستقرة تحتوي على أكبر كمية من المادة الحية. وتعرف المراحل التطورية بالأطوار التسلسلية ***Serial Stages*** ويعرف المجتمع الأخير والأكثر استقرارا بمجتمع الذروة ***Climax***. وتمتاز الأطوار المبكرة بإنتاجية عالية وتنوع قليل في النباتات والحيوانات كما تكون أقل استقرارا من الذروة وأكثر عرضة للتغير البيئي المفاجئ.

العلاقة بين تركيب وثبات النظم البيئية

هناك مبدأ في علم البيئة يقول إنه كلما زاد غنى المجتمع بالمواد غير الحية (الماء والمواد المغذية) وكلما تعقدت سلاسل انتقال الطاقة، أي كان هناك العديد من المجموعات النباتية والحيوانية المستهلكة والمحللة عند كل مستوى من مستويات انتقال الطاقة، أدى هذا التعقيد إلى ثبات النظام البيئي وهو ما يعرف بـ :

" ***Complexity leads to stability*** " ، وسبب ذلك أنه في النظم البيئية التي تحتوي على العديد من الأنواع الحية عند كل مستوى من المستويات الغذائية فإنه إذا تعرضت المجموعات الحيوية المكونة للنظام البيئي إلى إجهادات بيئية كبيرة، مثل الجفاف أو الحرارة العالية أو الملوحة أو نقص في المواد الغذائية، وأدت هذه الإجهادات إلى زوال قسم من المجموعات من النظام البيئي فإنه من الممكن أن يستمر النظام البيئي نتيجة لوجود العديد من المجموعات المنتجة والمستهلكة فيه، بينما إذا احتوى النظام البيئي على عدد قليل من المجموعات الحية عند كل مستوى من المستويات الغذائية وتأثرت هذه المجموعات بالإجهادات البيئية فإن الكائنات المنتجة والتي هي أساس استمرار النظام البيئي سوف تتأثر ويقل عددها وبالتالي تتأثر بقية الكائنات المستهلكة في المجتمع ويؤدي ذلك بالنتيجة إلى تخريب النظام البيئي.

تتميز النظم البيئية الصحراوية بأنها أقل تعقيدا في تركيبها الحيوي عن غيرها من النظم البيئية الأخرى مثل الغابات، وتكون السلاسل الغذائية فيها بسيطة ولا تحتوي على العديد من المستويات

المتداخلة، ولذلك فإن هذه المجتمعات تكون حساسة للإجهادات البيئية الخارجية ومن السهل تحطيمها حتى بدون تدخل الإنسان. أما إذا أضيف الإجهاد الكبير الذي يسببه الإنسان في تلك النظم مثل الرعي الجائر من قبل المواشي والاستعمالات الزائدة لتلك البيئات فإنها سوف تزول بسرعة كبيرة. ومن هنا تأتي أهمية فهمنا لتلك النظم وتركيبها والكائنات الحية الموجودة بها وطبيعة التداخلات بين بعضها والبعض وبينها وبين عوامل الوسط المحيط وذلك من أجل إيجاد الطرق الملائمة للمحافظة عليها ومن أجل تنميتها.

٤-٥ المحافظة على النظم البيئية من التدهور

- أسباب تدهور المصادر الوراثية النباتية في العالم وفي الوطن العربي

إن تدهور المناطق البيئية الطبيعية المختلفة وتطور الزراعات الحديثة المعتمدة أساسا على الانتخاب وبرامج التربية والتهجين والاستغلال الجائر للغابات وكذلك استغلال الحيوانات المكثف أدى كل ذلك إلى ندرة المساحات الصالحة للزراعة، وانتشار الصحاري (التصحر) مما أدى إلى تهديد المصادر الوراثية النباتية والحيوانية. وكان لزاما على المهتمين بالزراعة والبيئة والتنوع الحيوي أن يتنبهوا لتلك المشكلة للتغلب على مشكلة الانجراف الوراثي وتدهور الحياة النباتية البرية والحيوانية والحفاظ على تنوع وتشتت المورثات الموجودة من أجل المستقبل. إن عملية الانجراف الوراثي (*Genetic Drift*) وتدهور المصادر الوراثية النباتية يعتبر عملية مستمرة في معظم بلدان العالم وأسبابه كثيرة منها:

- إحلال أماكن وجود النباتات البرية بأصناف المحاصيل الغذائية والخضراوات والنخيل عالية الإنتاج المحسنة عن طريق التربية لحل مشكلة نقص الغذاء مما أدى إلى فقد نسبة كبيرة من تلك الأصول الوراثية.
- الرعي الجائر (*Over-grazing*) للمراعي الطبيعية وزيادة عدد الحيوانات والحمولة الرعوية وفقدان كثير من النباتات الرعوية والأشجار والغابات وذلك نتيجة لقلة الأمطار خاصة في السنوات الأخيرة مما نتج عنه شح في المياه الجوفية وفقر في المراعي الطبيعية التي تعاني من نقص شديد في المياه في معظم أنحاء الدولة.
- إحلال كثير من المشروعات البنائية والطرق والكباري والزحف العمراني***Urbanization*** محل تلك النباتات البرية وإقامة مدن وطرق جديدة لحل أزمة الإسكان في كثير من الدول. ولكن لحسن الحظ أن هذا لم يحدث في دولة الإمارات نظرا لاتساع المساحات المحيطة بالمدن والتي أمكن التوسع فيها دون الإضرار بالأراضي الزراعية.

- هجرة بعض السكان إلى المناطق البرية مما يؤدي إلى التخلص من تلك النباتات البرية وإقامة مشروعات صناعية وسكنية. وهذا أيضا لم يحدث في الدولة نظرا لقلة عدد السكان وإقامة النسبة الكبرى من السكان في المدن دون الإضرار بالحياة البرية.
- الفقد الكبير في المصادر الوراثية للمحاصيل الزراعية والناتج عن استخدام الأصناف النباتية الحديثة والمتجانسة وراثيا بدلا من المزيج التقليدي الذي كان يستخدم من قبل المزارعين، أدت إلى إزالة العديد من المصادر الوراثية الممكنة للعديد من الأنواع وخصوصا الأصول الوراثية البرية للأنواع المزروعة.

كل ذلك يؤدي إلى فقد كثير من الأصول البرية النباتية والحيوانية في تلك الأماكن والتي تعتبر ثروة قومية يجب الحفاظ عليها من التدهور والاستنزاف.

- **المشكلات التي تواجهها الدولة وطرق حلها**

١. كثرة عمليات الصيد عن طريق الجرف (هي طريقة للصيد بواسطة شباك قاعية تجرها القوارب) مما يؤدي إلى تدمير قاع البحر وبنيته التحتية من كائنات حية ونباتات.
٢. زيادة عمليات الزحف العمراني على حساب الشواطئ وزيادة الملوثات في البيئة البحرية وذلك عن طريق إلقاء المخلفات في البحر.
٣. المغالاة في استعمال الأسمدة والكيماويات والمبيدات الزراعية في بعض المحميات بغرض تنويع المنتجات الزراعية مما يؤثر بالسلب على النبات وعلى التربة.
٤. افتقار الدولة في بعض أماكنها إلى وجود توصيف لحالة البيئة الحقيقية من حيث التنوع البيولوجي وعدد وأنواع النباتات والحيوانات المهددة بالانقراض.
٥. عدم وجود مناطق محمية صحراوية رسمية من قبل الدولة.
٦. تغير التوازن الطبيعي في الصحراء عن طريق التوسع الزراعي الذي عمل على القضاء على الحياة البرية الصحراوية.
٧. عدم وجود رقابة صارمة على الرعي، مما له أثر سلبي على نباتات المراعي الطبيعية.
٨. الآثار السلبية على البيئة الصحراوية المترتبة عن ازدياد الطرق وحركة السيارات والحفر والتنقيب عن الآبار والمشاريع الزراعية والمسوحات الأخرى المستخدمة في التنقيب عن النفط.

- الجهود التي تقوم بها الدولة لحماية المصادر الطبيعية

١. مع تصاعد الاهتمام بالبيئة تم إنشاء العديد من المؤسسات البيئية من أهمها هيئة أبحاث البيئة والحياة الفطرية وتنميتها، وإدارة حماية البيئة بالدائرة الخاصة لسمو رئيس الدولة، ولجنة البحوث البيئية بجزيرة السمالية بأبي ظبي، ومعهد أبحاث وإدارة البيئة في المنطقة الحرة بجبل علي، ومجمع حماية ورعاية البيئة، وإدارة المحميات الطبيعية في إمارة الشارقة، ومراكز رقابة الأغذية والبيئة ببلديات أبو ظبي ودبي والشارقة والفجيرة بالإضافة إلى استحداث أقسام متخصصة للبيئة في إمارات رأس الخيمة وأم القيوين وعجمان والفجيرة.

٢. إعلان الدولة عن المناطق المحمية سواء في البر أو البحر، وذلك لحماية موارد الحياة الفطرية وإنمائها أو تنظيم معدلات الاستهلاك السنوي للنبات والحيوان بحيث لا تتجاوز هذه المعدلات الطاقة الاستيعابية البيولوجية للكائنات في تلك المناطق ومراقبة الجودة البيئية فيها.

٣. حظر ممارسة أي عمل له أثر ضار على الأحياء الفطرية في المناطق المحمية خاصة:

- الصيد بجميع أشكالها.
- التعرض لمسيجات هذه المنطقة.
- الرعي أو الزراعة سقيا أو بعلا (زراعة مطرية).
- حصاد أو جمع النباتات كليا أو جزئيا أو تحطيم فصائلها أو قطعها أو تشويهها أو استئصالها أو أخذها بأي طريق كانت.
- الاحتطاب أو إتلاف الأشجار الحية أو قطع الجاف منها.
- جمع أجزاء الكائنات الفطرية أو منتجاتها.
- إقامة المجتمعات الترفيهية.
- دخول جميع أنواع المركبات الميكانيكية أو قيادتها خارج الطرق المسموح القيادة بها.
- إدخال أي نوع من الحيوانات الدخيلة إلى المحميات.
- ممارسة أي عمل له تأثير سلبي على الأحياء الفطرية.

٤. تتخذ الجهة المسؤولة الإجراءات اللازمة لإنشاء قوة حراسة تتولى حماية المناطق المحمية ويكون لهؤلاء الأفراد صلاحية تنظيم محاضر بمخالفات أحكام هذا النظام أو مخالفة لوائحه

والقرارات الصادرة لتنفيذه. تقوم الجهة المختصة بتشجيع التنمية السليمة بيئيا والقابلة للاستمرار في المناطق المتاخمة للمناطق المحمية بهدف زيادة حماية هذه المناطق.

٥. تعمل الجهة المختصة وفي حدود صلاحياتها على إصلاح النظم البيئية المتدهورة وإعادتها إلى حالتها الطبيعية وتشجيع إعادة الأنواع المهددة بالانقراض إلى مواطنها الطبيعية الأساسية.

- **حماية الحيوانات والنباتات المهددة بالانقراض**
Protection of Endangered Animals and Plants

قبل حدوث التقدم التكنولوجي الهائل الذي شهده القرن العشرون لم يكن هناك أي دليل على أن مناخ الأرض قد تغير بشكل حاد خلال عشرة الآلاف سنة الأخيرة، وخصوصا خلال أل ٢٥٠٠ عاما الماضية. فالتغيرات المناخية الدورية والتذبذبات هي جزء من البيئة التي تطورت فيها وتكونت المجتمعات النباتية والحيوانية والنظم البيئية، وقد تكيفت لها شكليا وتطوريا وفسيولوجيا تلك النظم البيئية الحية. وقد كانت هذه النظم في مرحلة توازن بين مكوناتها الحية وغير الحية الطبيعية والإنسان ومواشيه حتى بداية هذا القرن. ومع تطور المجتمعات البشرية وتعقيدها وزيادة الإمكانية التدميرية للبشرية وازدياد أعداد السكان والضغط على المصادر الطبيعية، بدأت النظم البيئية الطبيعية في التدهور. زيادة على ذلك، فإن مناخ الكرة الأرضية ببعض مكوناته تأثر نتيجة تأثيرات الإنسان ونشـــــــاطاته مثل زيــــــادة المــــــواد الملوثــة وحدوث ما يسمى بتأثـــــير الاحتباس الحراري (*Greenhouse Effects*) ، ومع ما يرافق ذلك من ازدياد في درجة حرارة الهواء المحيط والاختلال في نماذج الهطول المطري.

يستطيع الإنسان أن يدمر النظم البيئية بشكل مباشر أو غير مباشر. وتشتمل الطرق المباشرة على القطع المباشر للغطاء النباتي، حراثة البقايا النباتية في التربة، الوطء المباشر للإنسان وآلياته أو عن طريق تدمير الغطاء النباتي والتربة بواسطة الأعمال المدنية مثل إنشاء التجمعات السكنية والطرق وغيرها. وهذه التأثيرات تكون مأساوية وتشاهد آثارها بشكل مباشر.

أما التأثيرات غير المباشرة فهي أقل دراماتيكية وتشتمل على تأثيرات على عامل أو أكثر من عوامل الوسط المحيط والتي ينتج عنها سلسلة من ردود الفعل ضمن النظام البيئي المتكامل في مكوناته. وأول ردود الفعل هذه هي إضافة أو تغيير عامل بيئي ما، مما ينشأ عنه سلسلة من الأحداث والتي يكون تأثيرها بعيد المدى غير معروف. فالنظام البيئي قد لا يبدو عليه بشكل مباشر نتائج هذه التغيرات لفترة طويلة من الزمن.

والتغير الأول الذي يلاحظ يكون على نوع أو عدة أنواع حيوية في البيئة، ويكون في العادة من الصعب ربط تلك التغيرات بالتأثيرات التي سببها الإنسان في الوسط المحيط. فالنظام البيئي يتغير جزء فجزءا ونوعا فنوعا ببطء في البداية ثم بشكل سريع، ومن الممكن أن يزول أو يتضرر النظام بشكل غير قابل للعكس قبل أن يدرك حجم الخطر.

إن التأثيرات المباشرة للإنسان على النظم البيئية من السهل رؤيتها وتقديرها وأخذ الإجراءات التصحيحية المناسبة. ولكن بالنسبة للتأثيرات غير المباشـرة فـإن الملاحظـات المسـتمرة والدراسـات الإحصـائية والديموجرافية وحتى التجارب العملية ضرورية لكشف وفهم تلك التأثيرات على الـنظم البيئيـة والغـلاف الحيوي. في السابق كانت التأثيرات المباشرة هي التي نتج عنها غالبية التأثيرات في النظم البيئية، ولكن فـي القرن الأخير حينما نمت الثورة الصناعية فإن التأثيرات غير المباشرة هي التي أصبحت تغير تركيب وعمل الغلاف الجوي. وتعتبر البحوث المتعلقة بتلك التأثيرات من أهم المجالات في علم البيئة التطبيقيـة. بعـد أن فتك الإنسان بكثير من الحيوانات والنباتات والمناطق البيئية ذات الطابع الخـاص رأت الـدول والمنظمـات العالمية التي تهتم بالمحافظة على الثروات الطبيعية وضع قوانين وأنظمة للحد من هذا الاستغلال والتـدمير العشوائي، واتخاذ عدد من الإجراءات الكفيلة بإكثار هذه الحيوانات. ومن بين هذه الإجراءات ما يلي:

١. الحد من صيد الحيوانات المهددة بالانقراض كبعض أنواع النمور والحيتان والغـزلان والثعالـب والذئاب والدببة والأرانب وغير ذلك، وخاصة عند انخفاض أعداد هذه الحيوانات إلى مسـتويات تهدد بتدمير المجموعات الحيوانية تدميرا كاملا.
٢. حماية البيئات الخاصة بأنواع النباتات المهددة بالانقراض.
٣. وضع أعداد معينة من الحيوانات أو النباتات المهددة بالانقراض داخل محميات خاصـة كحـدائق الحيوان، وبيوت تربية النباتات المكيفة وذلك من أجل إكثارها علما بأن هناك حـوالي ٢٥٠,٠٠٠ نبات و ١٠٠٠ حيوان فقري مهددة بالانقراض.
٤. حمايـة مناطق معينـة ذات بيئات فريدة من نوعها، وذلك بتحويلها إلـى متنزهـات وطنيـة (*National Parks*).

٤-٦ الحياة الفطرية وطرق المحافظة عليها

تعتبر عملية المحافظة على المصادر الطبيعية من بين أهم الأمور التي تشغل علماء البيئـة، ويعتقـد كثيرون أن عملية المحافظة على هذه المصادر يمكن أن تتم بواسطة الاقتصاد فـي اسـتهلاك الخامـات

الطبيعية، وذلك من أجل أن تستفيد منها الأجيال القادمة من البشر. والواقع أن عملية المحافظة على المصادر الطبيعية تعني من الناحية العلمية الدقيقة.

المحافظة على التنوع الوراثي واستخدامه

منذ الخمسينيات من هذا القرن بدأت جهود المحافظة على المصادر الوراثية للحيوانات والنباتات. وقد تم حماية العديد من تلك المصادر الهامة للإنسان وزراعاته وهي آخذة بالازدياد. إن المحافظة على التنوع الحيوي ليس هو الغاية النهائية بذاته، ولكنه وسيلة للتأكد من أن المصادر الوراثية النباتية والحيوانية سوف تكون متوفرة للاستخدام من قبل الأجيال الإنسانية الحالية وفي المستقبل أيضا. وهناك طريقتان أساسيتان للمحافظة (*Conservation*) على التنوع الحيوي عندما يتم تحديد تلك المصادر الوراثية وهاتان الطريقتان هما:

١. في الموقع (*In Situ*) : وهي طريقة المحافظة على النباتات والحيوانات في موطنها البيئي الأصلي (*Original Habitat*). وهذه الطريقة تؤمن لتلك الكائنات فرصة التكيف والتأقلم مع الظروف البيئية المتغيرة بحيث تزداد فرصة بقائها في المستقبل نتيجة لذلك وبالتالي نفعها للإنسان وإمكانية استغلالها بحسب تغير الظروف. وحفظ التنوع البيولوجي يجب أن يتم في النظم البيئية الطبيعية، ولذا فإنه من الضروري أن تتوفر مثل هذه النظم المحمية في مختلف الدول والمناطق الجغرافية كما ذكرنا من قبل.

٢. خارج الموقع (*Ex Situ*) : وهو المحافظة على المصادر الوراثية خارج موطنها البيئي في أماكن خاصة مثل:

- البنوك الوراثية (*Gene Banks*)

حيث تحتفظ فيها المصادر الوراثية (بذور، نباتات، أي شكل تكاثري) كما في العديد من الهيئات الدولية كما في البنك الوراثي التابع لوزارة الزراعة الأمريكية.

- مزارع الخلايا والأنسجة (*Cell and Tissue Cultures*)
- الحدائق النباتية (*Botanical Gardens*)
- الحدائق الحيوانية (*Zoological Parks*)

- وسائل التقنيات الحيوية (*Biotechnology*) مثل حفظ أجزاء من *DNA*، والمبيض، والجنين، والسائل المنوي، وحبوب اللقاح، الخ.

إن كلا من الطريقتين يكملان بعضهما البعض ويشكلان ضمانا للمحافظة على التنوع الوراثي للكائنات، وقد أظهرت الخبرة العملية والتجارب في السنوات الأخيرة أن استعمال الاثنين معا هو الطريق الصحيح للمحافظة على تنوع الأنواع وعلى السلالات المحلية المتكيفة لظروف بيئية محددة.

تعديل حدود التحمل للعوامل البيئية في الكائنات الحية

الكائنات الحية خلال تاريخ وجودها الطويل على سطح الكرة الأرضية تعرضت لتغيرات شديدة في عوامل الوسط المحيط بها. وقد استطاعت الكائنات الاستمرار في بيئاتها وعدم الانقراض نتيجة قدرتها على التطور ***Evolution*** وتمكنها من تعديل حدود تحملها للعوامل البيئية. والتطور هو بالمعنى البسيط له هو التغير في التركيب الوراثي وعدد ونوع المورثات (الجينات) التي يمتلكها الكائن. ولكن التطور يحدث على مقياس زمني كبير جدا، وهناك طرق أخرى تحدث على مقاييس زمنية أقصر وتستطيع من خلالها الكائنات تعديل حدود تحملها للعوامل البيئية. ومن أهم هذه الطرق:

١. الأقلمة *Acclimation*

وهي التعديلات البسيطة في حدود تحمل الكائنات للعوامل البيئية والتي تحدث نتيجة تعرضها لجانب واحد من الحد الأمثل في حدود تحملها لعامل بيئي ما. ونتيجة لهذا التعرض الطويل لجانب واحد تتغير حدود التحمل وقد تصبح أعلى أو أقل من الحدود السابقة بحيث ينتج حدود تحمل دنيا وعليا ومثلى جديدة للكائن الحي. والسبب في قدرة الكائنات الحية على التأقلم هو امتلاكها لنظام إنزيمي يحتوي على نظائر للإنزيمات بحيث تستطيع هذه النظائر العمل تحت الظروف البيئية الجديدة التي يتعرض لها الكائن. على سبيل المثال، إنزيم يعمل في مدى معين من درجات الحرارة وإذا تعرض الكائن لفترة طويلة نسبيا من درجات حرارة أعلى ولكنها ضمن حدود تحمل الكائن (أي أنها غير قاتلة) فإن إنزيم نظير آخر يصبح نشطا ويؤدي الدور الكيميائي الذي كان يقوم به الإنزيم الأصلي.

والأقلمة هي ظاهرة تحدث على المستوى المخبري تحت الظروف التجريبية ومن الأمثلة عليها ما يحدث لنوع من الأسماك الذي يدعى السمك الذهبي (*Golden fish*) والمستعمل في أحواض أسماك الزينة والذي يتأقلم بسهولة لدرجات الحرارة التي يعيش فيها وينتج عنها في كل حالة حدود جديدة لتحمله للحرارة.

٢. التأقلم *Acclimatization*

وهي عبارة عن الأقلمة التي تحدث على المستوى الحقلي تحت الظروف الطبيعية وتسمى في هذه الحالة التأقلم *Acclimatization*. وهذه التغيرات التي تحدث في الحقل غالبا لا تورث للنسل الناتج منها.

٣. التكيف *Adaptation*

هو التغير في حدود تحمل الكائن للظروف البيئية والذي يحدث على المستوى الفسيولوجي والوراثي للكائنات، والتي قد تترافق مع تغيرات سلوكية ومع مرونة في تطور مراحل الحياة، بحيث يمتلك الكائن نتيجة تعرضه الطويل لظروف بيئية متغيرة صفات وراثية جديدة تمكنه من العيش والاستمرار تحت الظروف البيئية الجديدة. والتكيف لا يكون فقط للعوامل البيئية غير الحية، مثل الحرارة والرطوبة وغيرها، وإنما أيضا يكون للعوامل الحية وأهمها التكيف للمنافسة مع الكائنات الأخرى ومع المفترسات.

ويجب الإشارة هنا إلى الفرق الكبير والجوهري بين التأقلم والتكيف وهو أن التغيرات التي تحدث في حالة التأقلم لا تورث إلى النسل الناتج عن الكائن، بينما التغيرات في حدود التحمل التي تحدث نتيجة التكيف فإنها تورث للنسل الناتج عن الكائن.

الدورات الحيوية الجيوكيميائية في الطبيعة

تعتبر العناصر المغذية والمواد المعدنية من أهم المكونات غير الحية في النظم البيئية. وتنتقل العناصر المعدنية بين الجزء الحي وغير الحي ضمن الأنظمة البيئية حسب نظام معقد للغاية يشتمل على الماء والهواء والتربة والصخور والكائنات الحية.

تعتمد إنتاجية النظم البيئية على عاملين أساسيين هما:

١. كمية العناصر الغذائية في النظام البيئي (ماء، مواد مغذية كيميائية، الخ)
٢. سرعة دوران العناصر الغذائية في النظام البيئي، والمقصود به سرعة انتقال المواد من الكائنات المنتجة إلى المستهلكة ثم عودتها إلى الوسط المحيط غير الحي في النظام البيئي.

تحتاج الكائنات في الأنظمة البيئية إلى العديد من العناصر الكيميائية الهامة في حياتها والتي تدخل في تركيب البروتوبلازم والجسيمات المتخصصة داخل الخلية وفي العمليات الأيضية المختلفة. ومن خلال الدراسات وجد أن الكائنات تحتوي على العديد من العناصر الكيميائية في تركيبها. مثلا، تم تحديد أكثر من ٦٠ عنصرا موجودا بالنباتات، ولكن ليست جميعها هامة أو ضرورية في حياة النبات. والإنسان يحتاج إلى ٤٠ عنصرا من تلك العناصر.

إن العنصر الكيميائي يحدد فيما إذا كان أساسيا في حياة النبات (الكائن) إذا توفر فيه أحد شرطين:

١. أن النبات لا يستطيع إتمام دورة حياته من مرحلة البذرة إلى مرحلة إنتاج البذور (أو الثمار) وذلك في حالة غياب هذا العنصر.
٢. أن يدخل العنصر في تركيب أحد المكونات الأساسية في بناء الخلية أو عملها. على سبيل المثال: الكربوهيدرات يدخل في تركيبها (CHO) ، لذلك جميع هذه العناصر الثرية يعتبر أساسيا للكائنات، وكذلك البروتينات حيث يدخل في تركيبها النيتروجين إذن فهو عنصر ضروري وأساسي. والمغنيسيوم يدخل في تركيب الكلوروفيل بالإضافة للمواد السابقة، وهكذا.

باستخدام هذين المبدأين تم تحديد عدد من العناصر التي تعتبر أساسية في حياة النبات والتي تقسم إلى مجموعتين:

١. **مجموعة العناصر المغذية الكبرى (*Macro-nutrients*) أو*Major Elements***

وهي التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة يزيد تركيزها في الأنسجة النباتية عن ١٠٠٠ جزء في المليون. وهذه العناصر هي: Ca, S, Mg, K, P, N, C, H, O وأحيانا الحديد Fe .

٢. **مجموعة العناصر المغذية الصغرى(*Micro-nutrients*) أو *Minor Elements***

وهي التي تحتاجها النباتات بكميات تقل عن ١٠٠ جزء في المليون. وهذه العناصر هي: Bo, Mo, Cl, Mn, Zn, Cu.

وتحصل النباتات على هذه العناصر عن طريق التربة ومحلولها المائي أو عن طريق الهواء. وتتميز بعض العناصر بدورة واضحة في الطبيعة، والبعض الآخر يكون دورانه أقل وضوحا. وبشكل عـام، فإنه كلما كانت دورة العنصر معقدة في الطبيعة كلما كان العنصر أكثر ثباتا واستقرار.

وفيما يلي نبين دورات (حلقات) أهم العناصر في عمل النظم البيئية:

١. دورة الكربون:

لعل عملية البناء الضوئي هي العملية الأساسية في دورة الكربون، حيث يتم بواسطتها تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء أو الذائب في الماء في أجسام النباتات الخضراء، ثم يمر الكربون إلى النباتـات الحية الأخرى من آكلات الأعشاب واللحوم من خلال السلاسل الغذائية. كما أن هناك قدر مـن الكربـون يختزن في باطن الأرض في صورة فحم وغاز طبيعي، وفي بعض المواد العضوية على سطحها.
وبالمقابل يتحرر ثاني أكسيد الكربون بعملية التنفس التي تقوم من خلالها كافة الكائنات الحيـة بأكسـدة المواد العضوية بواسطة غاز الأوكسجين في الخلايا. كما يتحرر ثاني أكسيد الكربون من تفكك المـواد العضوية والأجسام الميتة بواسطة البكتيريا والفطريات. وهناك مصدر آخر لإنتاج غاز ثـاني أكسـيد الكربون بواسطة عمليات احتراق الوقود والمواد العضوية المختلفة. وعندما يتم الكربون دورتـه فإنـه يعود إلى حالته الغازية الأصلية ، ولكنه في بعض الأحيان يحجز في أجسام بعض الكائنات التي تتجمع هياكلها وتكون ترسبات ضخمة من كربونات الكالسيوم.
يتألف الهواء من N (٧٨%) و O (٢١%) وبقية الغازات ١% ومنها CO_2 (٠,٠٣٥%).

مصادر الكربون التي يحصل عليها النبات والكائنات هي:

- الهواء.
- الصخور البركانية.
- CO_2 الجوي.

يلاحظ أن تركيز CO_2 في الغلاف الغازي ازداد خلال تاريخ البشرية وخصوصا الحديث، وذلك بسبب ازدياد عمليات احتراق الوقود وبسبب تخرب البيئة وتهدمها، وبشكل خاص إزالة الغطاء النباتي. فقـد ارتفع تركيز CO_2 من حوالي ٢٧٠ جزءا في المليون (ppm) إلى ٣٢٠ ppm في الخمسينات من هذا

القرن ثم إلى ما يزيد عن ٣٥٠ ppm في الوقت الحالي. وهذا الرقم يتزايد ويقدر بأن يصل إلى ٤٠٠ ppm ، وقد يصل إلى أكثر من ٥٠٠ ppm في العام ٢٠٢٠ إذا استمر الإنسان في استغلال البيئة بنفس الطريقة الحالية.

وقد ساهم ذلك في نشوء ما يعرف بظاهرة تأثير البيت البلاستيكي *(Greenhouse Effect)* حيث يعمل CO_2 وبقية الغازات والمواد العالقة في الجو، والتي ازداد تركيزها في الوقت الحالي، على حجز الموجات الحرارية الطويلة المنبعثة من الأرض ويمنع نفاذ قسم منها إلى الجو الخارجي، مما يسبب ارتفاع درجة حرارة الغلاف الغازي المحيط بالأرض مباشرة. ويقدر بأن هذه الظاهرة سوف تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الغازي بحدود ٢-٤ درجات مئوية. ولهذا الارتفاع تأثير كبير على التوازن البيئي فوق سطح الأرض، حيث يتوقع أن ينتج عن ازدياد درجة الحرارة ارتفاع معدل ذوبان الثلوج القطبية مما سينتج عنه غمر وفقد كثير من الأراضي الشاطئية.

ويؤدي ارتفاع الحرارة إلى ازدياد ظاهرة الجفاف والتصحر خصوصا في المناطق التي تعاني بالأصل من هذه المشاكل. ولذلك تعتبر المحافظة على الغطاء النباتي المتوازن (وهو المصدر الرئيسي لاستهلاك CO_2 فوق سطح الأرض ولتلطيف حرارة الجو) والحد من تلوث البيئة بـ CO_2 ، الناتج عن الاحتراق، وانبعاث الغازات الملوثة الأخرى أهم الحلول للمحافظة على درجات الحرارة عند مستواها وعدم ارتفاعها بشكل كبير في المستقبل.

٢. دورة النيتروجين:

يعتبر النيتروجين من أهم العناصر الغذائية المعدنية في حياة النبات فهو يدخل في تركيب البروتوبلازم والكلوروفيل والبروتينات والأحماض الأمينية والأنزيمات وغيرها. ويوجد النيتروجين على شكل نيتريت NO_2 ونترات NO_3 وأمونيا NH_3. وتعتبر دورة النيتروجين من الدورات المعقدة في الطبيعة وهذا التعقيد جعلها أكثر ثباتا في وجه التغيرات التي سببها الإنسان. ومن الممكن تقسيم دورة النيتروجين إلى الأجزاء التالية:

١. يثبت N الجوي بواسطة البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثل:
- بكتيريا العقد الجذرية من جنس *Rhizobium*
- البكتيريا الحرة التي تعيش في التربة وتستطيع تثبيت النيتروجين وجعله بصورة متاحة لاستخدام النبات مثل: *Azotobacter* ، *Clostridium*.

٢. تقوم كائنات دقيقة بتحليل المركبات العضوية التي تحوي نيتروجين إلى مركبات أبسط بحيث تستطيع النباتات الاستفادة من النيتروجين كما يحدث في فطر الميكوريزا.

٣. تحلل البقايا العضوية النباتية والحيوانية عن طريق الكائنات الدقيقة بحيث تؤدي عمليات التحلل إلى تحول النيتروجين إلى أشكال بسيطة تستغلها النباتات عن طريق:

أ. عملية النشدرة ***Ammoniafication*** حيث تتشكل الأمونيا من المواد العضوية وتقوم بذلك البكتيريا والميكوريزا.

ب. النترجة (النترتة) ***Nitrification*** وفيها تحول الأمونيا إلى نيتريت بواسطة بكتيريا نيترزوموناس ***Nitrosomonos***، وبعدها يحول النيتريت إلى نترات بواسطة بكتيريا النيتروباكتر ***Nitrobacter***.

٤. يثبت النيتروجين الجوي مباشرة بواسطة المطر وخصوصا البرق، وتقدر الكمية السنوية بنحو ٥-٦ كجم/هكتار.

٥. من الممكن أن يعود النيتروجين مباشرة إلى الجو عن طريق الحرائق وغسيل الأراضي والتطاير.

٣. دورة الفوسفور:

على عكس دورات الكربون والنيتروجين الكاملة، فإن هناك بعض المواد الغذائية التي تتبع دورات غير كاملة تنتهي بصخور رسوبية. ومثل هذه المواد الغذائية يمكن استعادتها ببطء شديد خلال العمليات الطبيعية من أجل استعمالات الكائنات الحية، ومن أمثلة هذه المواد الفوسفور.

والفوسفور يعتبر من العناصر الأساسية الضرورية للحياة، فهو يدخل في تركيب العظام والأسنان، كما ينقل الطاقة من مركب إلى آخر في الخلية، ونقصه يحد من نمو النبات كثيرا. ويوجد المخزون الرئيسي للفوسفور في صخور الفوسفات والعظام والمواد البرازية. وتنتقل أملاح الفوسفور إلى التربة فيستعيدها النبات وتنقل منه إلى الحيوان والإنسان في السلسلة الغذائية. وبموت وتحلل النباتات والحيوانات تنطلق أملاح الفوسفات مرة أخرى بواسطة البكتيريا. وهذه الأملاح إما أن يمتصها النبات وتدخل في السلاسل الغذائية، أو تجرفها مياه الأمطار إلى أعماق البحار والمحيطات، أو تتحول إلى أملاح غير ذائبة في التربة

فلا تتمكن النباتات من امتصاصها. وعليه نجد أن مخزون الفوسفور لا يتجدد مثل الكربون والنيتروجين والأوكسجين.

٤. دورة الماء:

دورة الماء بسيطة حيث إن ٩٧% من ماء الكرة الأرضية يوجد في المحيطات و نحو ٣% توجد في النظم البيئية والمياه السطحية والجوفية. يعيد الغطاء النباتي كمية كبيرة من المياه الساقطة على سطح الأرض إلى الجو المحيط عن طريق عملية النتح. والباقي عن طريق التبخر المباشر من التربة والقسم الآخر يذهب بالجريان السطحي إلى الأنهار والمحيطات، أو يذهب إلى المياه الجوفية.

٥. دورة الأكسجين:

من الدورات البسيطة جدا في الطبيعة. مصدره الأساسي الهواء، أو يوجد مذابا في الماء، وهو يستهلك في عملية التنفس والاحتراق. تعيد النباتات كميات كبيرة إلى الجو المحيط عن طريق عملية البناء (التمثيل) الضوئي. يتشكل منه الأوزون O_3 الذي يحمي الكائنات من الأشعة فوق البنفسجية (UV).

٦. دورة المعادن:

دورات المعادن بطيئة، وتكون مخزنة في الصخور ومحلول التربة وأجسام الكائنات الحية، وأهمها الفوسفور والكبريت والحديد والكالسيوم. ويعتبر الفوسفور من أهمها وهي بطيئة جدا، ولذلك يتدخل الإنسان عن طريق إضافته للأنظمة البيئية الزراعية في هيئة أسمدة كيميائية. ولكن قسما كبيرا منه ينتهي في قاع المحيطات ويخرج إلى الشواطئ عن طريق التيارات الصاعدة.

تعتبر ظاهرة الإثراء الغذائي ***Eutrophication*** من الظواهر التي انتشرت بشكل واسع في العقود الحديثة، حيث نتج عن ازدياد كمية الفوسفور المطروحة في المياه إلى ظاهرة نمو الأشنيات والطحالب والنباتات المائية بكثرة وأدت هذه الظاهرة إلى جعل المياه مع الزمن قليلة المحتوى من الأكسجين واختفت منها مختلف الكائنات الحية. إن المنظفات المنزلية تساهم بشكل كبير في انتشار هذه الظاهرة.

الكبريت يدخل إلى الجو عن طريق البراكين وعمليات الاحتراق. والمجتمعات الصناعية الحديثة تقوم بقذف كميات كبيرة من SO_2 إلى البيئة المحيطة وعندما يتحد مع ماء المطر فإنه يشكل حمض الكبريت

الذي يسقط مع مياه الأمطار مسببا ما يعرف بالأمطار الحمضية *Acid Rains* والتي تسبب أضرارا كبيرة للنباتات والأسماك والمنشآت وغيرها.

٧. دورة الطاقة:

المصدر الرئيسي لجميع أشكال الطاقة الموجودة على سطح الأرض هو الشمس ويضاف لها مصادر الطاقة الأخرى مثل الفحم الحجري والبترول وطاقة الرياح. إن حفظ المصادر الوراثية النباتية له أهمية كبرى في تحقيق الأمن الغذائي عن طريق استخدام هذه الأنواع إما مباشرة أو بتهجينها بالسلالات المحلية المتكيفة مع الظروف البيئية المحلية لسنوات طويلة لإنتاج سلالات جديدة تحمل الصفات المرغوبة من ناحية الإنتاجية والجودة والمقاومة للظروف البيئية المعاكسة وأيضا مقاومة الآفات والأمراض المنتشرة. إن الممارسات الخاطئة في الزراعة قد تؤدي إلى فقدان أو تهديد تلك المصادر الوراثية النباتية بفقد التنوع الموجود فيها نتيجة الاستخدام وانتخاب سلالات وتراكيب وراثية بعينها دون غيرها مما يقلل من التنوع الوراثي الموجود طبيعيا بين تلك السلالات وهو ما يسمى بالانجراف الوراثي (*Genetic Drift*). وقد حدث في السنوات الأخيرة تقدم كبير في الحفاظ على تلك المصادر الوراثية عن طريق بعض المؤسسات والمراكز البحثية الوطنية والإقليمية والعالمية حيث تقوم الأخيرة بإمداد بلدان العالم بمواد التربية وآباء التهجين لاستخدامها في برامج التربية الوطنية. وقد رأت الدول والمنظمات العالمية التي تهتم بالمحافظة على الثروات الطبيعية وضع قوانين وأنظمة للحد من هذا الاستغلال والتدمير العشوائي، واتخاذ عدد من الإجراءات الكفيلة بإكثار هذه النباتات النادرة والمعرضة للدمار والاندثار.

إن الحفاظ على المصادر الوراثية في مواقعها *In situ* تمثل أهمية كبرى بالمنطقة العربية حيث تختلف مساحات المناطق المحمية اختلافات شاسعة بين الدول وكذلك نسبتها من المساحة الكلية بالنسبة لكل دولة. فعلى سبيل المثال توجد أكبر مساحة محمية في الوطن العربي في الجزائر وهي حوالي ١٢ مليون هكتار، أما أعلى نسبة مساحة بالنسبة للمساحة الكلية للدولة فتقع في سلطنة عمان حيث تمثل المساحات المحمية نحو ١٣,٧% من المساحة الكلية للدولة.

إن منطقة البحر المتوسط وشمال إفريقيا بالإضافة إلى وسط وغرب آسيا تحتوي على أكبر نسبة من التنوع النباتي حيث تصل إلى نحو ٤٧,٠٠٠ نوع نباتي. وضمن هذه الأنواع النباتية توجد نسبة كبيرة من النباتات الاقتصادية المستخدمة في الغذاء والتي توجد في مراكز حفظ الأصول الوراثية إقليميا وعالميا. وهذه تشمل القمح والشعير والشلجم والحمص وهي تمثل حوالي ٣٨% من إنتاج الغذاء العالمي. وتعتبر تركيا وإيران من أكبر الدول التي بها أنواع نباتية بها تباينات وراثية في المنطقة.

٤-٧ إدارة الموارد الطبيعية والاستخدام الأمثل لها

التأثيرات المباشرة على النظم البيئية الصحراوية

١. التهديد المباشر للغطاء النباتي عن طريق قطع النباتات:

وهو تحويل الأماكن التي تتمتع بغطاء نباتي مختلط مؤلف من أشجار وشجيرات وتحت شجيرات وغطاء عشبي إلى مجتمعات أبسط في التركيب تحتوي على طبقة من تحت الشجيرات والأعشاب نتيجة قطع النبات الأكبر حجماً، أي تحويلها إلى غطاء نباتي سهبي، فقد قام الإنسان خلال عصور طويلة في مناطق الشرق الأوسط والجزيرة العربية بقطع الأشجار والشجيرات من أجل استخدامها كمصادر للوقود ولأغراض البناء. وكانت النتيجة أن الغطاء النباتي متعدد الطبقات تحول إلى غطاء بسيط التركيب.

أما في حالة إزالة الغطاء النباتي لأغراض تحويل الأرض إلى أرض زراعية فإن التركيب الأصلي للمجتمعات يزال ولا يبقى سوى النباتات العشبية الضارة (**Weeds**). وإذا توقفت عملية الزراعة فإن المجتمع ممكن أن يرجع ويكون على شكل سهوب (**Steppes**)، ولكن ليس إلى وضعه الأصلي الغابوي أو شبه الغابوي.

إن تخريب الغطاء النباتي بهذه الطريقة لا يكون فقط في كمية الغطاء النباتي وإنما أيضا في التركيب النوعي للمجتمع. فبعض الأنواع تزداد والبعض الأخر يتناقص نتيجة تغير العلاقات البيئية بين الأنواع عندما تزال الأشجار الكبيرة من المجتمع. وأيضا تتغير مواصفات التربة حيث تنخفض المادة العضوية من ٥-١٥% في الغابة إلى ٢-٣% في السهوب، و ١-٢% في الغطاء النباتي التحويلي بين القاحل والسهبي. وكذلك تتغير أيضا درجة ثبات التربة حيث تكون أكثر ثباتا تحت الغطاء الشجري وأقل منها في السهوب وأقلها في الصحاري،

وأهم أسباب تحويل الغطاء النباتي إلى سهبي (سهلي) هي النشاطات الإنسانية مثل:

أ. إزالة الأشجار لأغراض الزراعة وتركها بعد سنوات.

ب. الحرائق

ت. قطع الأخشاب للاستعمال كوقود

ث. استخدامات صناعية وتجارية

ج. رعي الشجيرات بشكل جائر

وكلما كانت الظروف البيئية أكثر جفافا كان التخريب غير قابل للإصلاح. ويعتبر خط الأمطار ٤٠٠ مم/سنويا (*Isohyt*) هو الحد الفاصل بين السهوب والغطاء الشجري، بالرغم من أن الأشجار لا زالت موجودة في مناطق تقل أمطارها عن ٢٠٠ مم/ سنة، شاهدا على ما كانت عليه الحال في الماضي من توازن للغطاء النباتي مع الوسط المحيط بالرغم من قلة الأمطار المتوفرة.

٢. استبدال النظم الطبيعية الصحراوية بنظم زراعية:

إن استبدال النظم الطبيعية بالنظم الزراعية والمحافظة عليها يتطلب بالإضافة للطاقة الشمسية، الطاقة من عدة مصادر مثل: الإنسان، الحيوان، الأسمدة، الماء، والوقود. وهذه ضرورية للمحافظة على النظم الزراعية البسيطة والمنتجة لأنواع المحاصيل المختلفة في فترة زمنية قصيرة. وهذا الاستعمال المكثف لمصادر الطاقة يؤدي إلى تغيرات واسعة في البيئة الجافة بالإضافة إلى إزالة الغطاء النباتي الأصلي، بحيث تصبح العودة إلى الغطاء الأصلي صعبة مع مرور الزمن حيث تتلاشى وتختفي مصادر البذور اللازمة لتجديد النظام البيئي. وكذلك تتغير بنية وتركيب التربة بشكل كبير وتصبح أكثر ملاءمة لنمو نباتات غير النباتات الأصلية في البيئة.

٣. استبدال النظم البيئية الطبيعية والزراعية بالمنشآت المدنية:

في القرن الأخير توسعت الزراعة على حساب النظم الطبيعية وذلك نتيجة استخدام المياه في الري على مدى واسع. وبنفس الوقت تم استبعاد كثير من الأراضي الزراعية الجيدة والقضاء عليها عن طريق بناء المساكن والتجمعات البشرية والمصانع والطرق. والنتيجة هي ازدياد الضغط على النظم البيئية الطبيعية وتهديمها بدرجة أكبر.

٤. تأثير الإنسان وآلياته على النظم البيئية الصحراوية:

مع ازدياد توفر الآليات واستعمال الإنسان لها في طرق كافة البيئات النائية منها والقريبة، فقد ازدادت القدرة التدميرية للإنسان بشكل هائل. وكذلك زادت درجة استغلال الإنسان للثروات المعدنية والجوفية المتوفرة في الصحراء مع ما يتبع ذلك من استخدام واسع للآليات الخفيفة والثقيلة التي أدت إلى إحداث

تغيرات واسعة في تركيبة تلك النظم الطبيعية. وأهم آثار هذا الاستخدام هو التـدمير المباشـر للنباتـات، وتخريب التربة والتسبب في كبسها (*Compaction*).

بالإضافة إلى ذلك، فإن المجموع الجذري والبادرات والبذور تتضرر بشكل كبير وتؤدي إلى ضعف مقدرة الغطاء النباتي على تجديد نفسه. وبالإضافة إلى الضرر المباشر لبيئات الحيوانات البرية التي تعيش في الأماكن التي ترتادها الآليات بكثرة، فإن الأصوات الناتجة عنها والمتكررة تسبب هرب كثير من تلـك الحيوانات بكافة أنواعها وخاصة الكبيرة منها. وتصبح تلك البيئات غير ملائمة للتكاثر وبالتالي مع مرور الزمن، تصبح قليلة أو معدومة الحيوانات. والخطر الأكبر يحدث عندما تكون هذه البيئات هي أماكن تكاثر تلك الحيوانات أو الطيور، وخاصة المهاجر منها. إن استخدام الآليات إذن لا يؤدي إلـى إزالـة الغطـاء النباتي فحسب ولكنه يؤدي إلى تغير في التركيب النوعي وتوازن نسب الأنواع المختلفة في المجتمعـات الصحراوية.

الفصل الخامس

تلوث البيئة

٥-١ مفهوم التلوث

يمكن تعريف التلوث على أنه "كل ما يحدث تغييرات في خصائص غلاف ما بحيث يؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على إمكانية الاستفادة من هذا الغلاف لأغراض معينة أو قد يؤدي إلى إلحاق الضرر بالكائنات الحية الموجودة في هذا الغلاف."

وهذا التعريف يثير العديد من التساؤلات منها:

- ما هي طبيعة التلوث؟

تصنف الملوثات حسب طبيعتها إلى أربعة أقسام:

١. ملوثات ذات طبيعة فيزيائية، ومن أمثلتها:

- التلوث الحراري.
- وجود حبيبات عالقة في الماء مما يؤدي إلى عكارة الماء.
- وجود بعض الملوثات في الهواء مما يؤدي إلى الحد من الرؤية.

٢. ملوثات ذات طبيعة كيميائية. ومن أمثلتها:

- وجود عنصر الكالسيوم والماغنسيوم في الماء مما يؤدي إلى عسر الماء.
- وجود المبيدات في الماء.
- وجود الغازات السامة والخطيرة في الهواء.
- وجود المعادن الثقيلة في الماء أو الهواء أو التربة.

٣. ملوثات ذات طبيعة بيولوجية. ومن أمثلتها:

- الفيروسات الضارة.
- البكتيريا الضارة.
- الأوليات الضارة.
- الفطريات الضارة.

٤. ملوثات ذات طبيعة موجية أو إشعاعية. ومن أمثلتها:

- الضوضاء.
- التلوث بالعناصر المشعة.
- التلوث بالأشعة فوق البنفسجية.

ما هي مصادر التلوث؟

قد يكون التلوث طبيعيا أو من صنع الإنسان. ومن الأمثلة على التلوث الطبيعي:

- تآكل التربة.
- التصحر.
- الجفاف.
- الفيضانات.
- الغازات المنبعثة من الحمم البركانية.

أما المصادر غير الطبيعية فتقسم إلى:

- مصادر صناعية.
- مصادر زراعية.
- مصادر منزلية أو شخصية.
- مصادر تجارية.

ما هو تأثير الملوثات؟

قد تحدث الملوثات ضررا مباشرا أو غير مباشر للكائن الحي. فوجود بعض الملوثات في مياه الشـرب أو الهواء المحيط بتركيز يتجاوز حدود معينة قد يؤدي إلى حدوث بعض الأمراض مثل السرطان أو التهـاب الشعب الهوائية أو غيرها. أما بالنسبة للتلوث الحراري لمياه الأنهار والبحيرات – على سبيل المثال – فإن أضراره غير مباشرة وتتمثل في انخفاض نسبة الأوكسجين المذاب في الماء مما يعرض حياة بعض أنواع الأسماك للخطر.

أما تأثير الملوثات على الإنسان فقد تكون تأثيرات صحية أو تأثيرات نفسية أو ذات أضرار اقتصادية. فوجود بعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب قد يؤدي إلى أضرار صحية. أما وجود عكارة في الماء قد لا يكون له تأثير صحي ولكن لا تكون هذه المياه مقبولة للشرب. ومن الأمثلة على التـأثيرات الاقتصـادية للملوثات هو ما يسببه عسر الماء (نتيجة وجود عناصر مثل الكالسيوم والماغنسيوم) من زيادة في استهلاك مساحيق الغسيل أو انسداد الأنابيب في المصانع التي تستعمل مثل هذه المياه لأغراض التبريد. وقد يكون للتلوث آثارا على النباتات أو الحيوانات أو الأحياء المائية أو حتى على المنشآت والمباني. وتجدر الإشارة هنا إلى أن تأثير الملوث يعتمد على تركيزه في الحيز الموجود فيه. فبعض العناصر الخطرة قد لا يكـون لها أي تأثير إذا لم تتجاوز تراكيزها حدود معينة. وكلما زاد تركيز الملوث و طالت فترة التعرض لهـذا الملوث كلما زاد تأثيره السلبي.

حركة الملوثات في البيئة

تتأثر الملوثات البيئية بعدة عمليات تساعد على انتشارها و اضمحلالها في البيئة. ويمكـن تقسـيم هـذه العمليات إلى قسمين رئيسيين:

١. عمليات الانتقال (*Transfer*)

وهي عمليات تؤثر على مكان وجود الملوث ولكن لا تؤثر على هيكله وتضم:

- حركة الهواء الأفقية بفعل الحرارة *Advection*: وتحت تأثير عملية النقل هذه فـــإن الملوثـــات تنتقل من المصدر إلى أماكن أخرى في نفس الهواء بفعل حركة الجزيئات التي تحمـــل الملـــوث معها.

- التشتت (*Dispersion*): وهنا تنتقل بعض الملوثات في الوسط بسرعة أكبر من سرعة جزيئات الوسط الذي توجد فيه (ماء أو هواء) نتيجة لعدة عوامل منها اختلاف تركيز الملوث في الوســـط مما يؤدي إلى انتقال الملوث من المنطقة عالية التركيز إلى المنطقة الأقل تركيزا.

- **الانتقال من وسط إلى وسط آخـــر**: وتحدث هذه العملية نتيجة تفاعلات كيماوية تؤدي إلى انتقـــال الملوث من الوسط الموجود فيه إلى وسط آخر ومن الأمثلة على مثل هذه العمليات: الامتصـــاص (***Sorption***) أو التبادل الأيوني (***Ion Exchange***) أو التطاير (***Volatilization***)

٢. عمليات التحول (***Transform***)

نتيجة هذه العمليات يتحول الملوث إلى عناصر أو مركبات أقل أو أكثر خطورة من الملوث الأصلي. وتضم هذه العمليات:

- **التآكل الكيميائي**

نتيجة لهذه العملية يحدث نقص في تركيز الملوث بسبب تفاعلات كيميائية تعمل على تحويله إلـــى مركبـــــــــات أو عناصـــــــــر أخرى. ومن الأمثلة على هذا النوع مـــن العمليـــات: التآكـــل الشعاعي (***Photo-degradation***) أو تفاعلات الأكسدة والاختزال (***Oxidation/reduction***) أو التحلل النووي الإشعاعي (***Radioactive decay***).

- **التآكل البيولوجي**

نتيجة لذلك يحدث نقص في تركيز الملوث نتيجة للتفاعلات البيولوجية التي تقوم بها كائنات دقيقة (***Micro-organisms***).

وتجدر الإشارة هنا أن حركة بعض الملوثات في الفراغ تؤدي إلى تجاوز تأثير هـــذه الملوثـــات المستوى المحلي إلى مستوى إقليمي أو حتى عالمي. ومن الأمثلة على التلوث الذي يتجاوز حدود

الدول تلوث الأنهار والمياه الجوفية والبحار. وخير مثال على كيفية حدوث مشكلة عالمية للتلوث هو اضمحلال طبقة الأوزون. وتصل الملوثات إلى جسم الإنسان عبر عدة طرق هي: الفم، التنفس، الجلد، الحقن. ومن هنا فإن تأثير الملوثات على الكائن الحي بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص يعتمد على عدة عوامل هي:

- ماهية الملوث
- تركيز الملوث
- طريقة دخوله إلى الجسم
- فترة التعرض للملوث

٥-٢ تلوث الهواء

لعل من أسوأ حوادث تلوث الهواء في التاريخ الحديث تلك التي حدثت في لندن ١٩٥٢ والتي أدت إلى موت أكثر من ٤٠٠٠ شخص نتيجة الدخان الكثيف والذي كان يحتوي على مقادير عالية من أكاسيد الكبريت. وقد شهد العالم – ولا يزال – العديد من حوادث تلوث الهواء والتي أدت إلى موت أو مرض العديد من الأشخاص نذكر منها حادثة تلوث الهواء في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام ١٩٤٨ والتي أدت إلى وفاة عدد كبير من الأشخاص ومرض ما يقارب ٦٠٠٠ شخص. ويشهد العالم الآن انتشار مرض الالتهاب الرئوي اللانمطي المعروف باسم (*SARS*) والذي يسببه أحد الفيروسات والذي راح ضحيته الآن أكثر من ألف شخص في أنحاء العالم.

وسوف نستعرض في هذا الجزء مصادر تلوث الهواء وأنواع الملوثات الهوائية الواسعة الانتشار وتأثيره على الإنسان. كذلك سوف نتعرض لمعايير التلوث الهوائي ومؤشر نوعية الهواء. وفي نهاية هذا الجزء سوف نتطرق إلى تأثير تلوث الهواء على المستوى الإقليمي والعالمي.

ولكن بداية من الضروري أن نتعرف على الغلاف الجوي وطبقات الجو المختلفة.

٥-٢-١ الغلاف الجوي:

يحتاج الإنسان حوالي ٢٠ م^3 من الهواء يوميا بينما يحتاج الطفل إلى ١,٥ م^3 في اليوم. والهواء النقي يحتوي على ٧٨% نيتروجين، و ٢١% أوكسجين، أما النسبة الباقية (١%) فتتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الأورجون وبخار الماء.

يتكون الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية من عدة طبقات وهي بالترتيب بداية من أقربها لسطح الأرض: التروبوسفير ثم الاستراتوسفير، تليها طبقة الميزوسفير ثم الثرموسفير. وتحتوي طبقة الاستراتوسفير على كميات قليلة من غاز الأوزون الذي يحجز ٩٩% من الأشعة فوق البنفسجية الضارة ويمنعها من الوصول إلى سطح الأرض.

٥-٢-٢ مصادر التلوث الهوائي

إن مصادر تلوث الهواء متنوعة وعديدة. ويمكن تصنيف هذه المصادر حسب العملية التي تؤدي إلى تواجد هذه الملوثات في الجو. ومن هذا المنطلق تصنف مصادر التلوث كالآتي:

١. تلوث ناتج عن عملية الاحتراق (*Combustion*)

يمكن اعتبار هذا المصدر من أكبر المصادر التي تؤدي إلى تلوث الهواء بالغازات والأغبرة الدخانية. ومن الأمثلة على ذلك الغازات المنبعثة من عوادم السيارات ومن محطات توليد الطاقة ومداخن المصانع. وغالبا ما تتكون هذه الغازات من الملوثات التالية: أول أكسيد الكربون (CO)، ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، أكاسيد الكبريت (SO_x)، أكاسيد النيتروجين (NO_x)، المركبات العضوية المتطايرة، بالإضافة إلى عنصر الرصاص (Pb) والحبيبات الدقيقة (*particulates*).

٢. تلوث ناتج عن عملية التبخر (*Evaporation*)

من الأمثلة على بعض الملوثات التي تنتج عن عملية التبخر، المركبات العضوية المتطايرة (كما هو الحال عند تعبئة خزان الوقود في السيارة)، ومن الأمثلة الأخرى الطلاء والمنظفات الكيماوية.

٣. تلوث ناتج عن عملية النحر (*Grinding*) وعوامل التعرية (*Abrasion*)

ومن الأمثلة على مثل هذه الملوثات الأغبرة التي تنتج عن حركة الرياح، كذلك ألياف الأسبستوس والذي يستعمل كمادة للعزل الحراري.

وهناك طريقة أخرى لتصنيف مصادر تلوث الهواء تعتمد على طبيعة المكان الذي يصدر عنه التلوث. وعلى هذا الأساس يتم تصنيف المصادر كما يلي:

١. مصادر متحركة

ويشمل هذا النوع المركبات والقطارات والطائرات والبواخر، الخ.

٢. مصادر ثابتة

وتشمل محطات توليد الطاقة ومصافي البترول ومحطات إنتاج الغاز وجميع هذه المصادر ثابتة من حيث الموقع.

ويمكن أيضا تصنيف مصادر تلوث الهواء من حيث كونها مصادر طبيعية أو من فعل الإنسان. ومن المصادر الطبيعية:

- الملوثات المنبعثة من فوهات البراكين والتي تحتوي على نحو ٧,٥ % بخار ماء، و ١٥% ثاني أكسيد الكربون، و ٥% مركب الأوزون ومركبات الكبريت.
- الغبار المحمول بفعل الرياح
- الحرائق غير المفتعلة
- تلوث الهواء بحبوب اللقاح
- تلوث الهواء بالجراثيم

٥-٢-٣ الملوثات الهوائية

تصنف الملوثات الهوائية إلى ملوثات رئيسية وملوثات ثانوية. والملوثات الرئيسية (***Primary Pollutants***) تنبعث من المصدر مباشرة إلى الغلاف الجوي. ومن أمثلة هذه الملوثات غاز أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأول أكسيد النيتروجين والرصاص والمركبات العضوية المتطايرة. أما الملوثات الثانوية (***Secondary Pollutants***)، فهي ملوثات تنتج في الجو بسبب عمليات فيزيائية أو كيميائية تحدث غالبا بسبب وجود الملوثات الرئيسية. ومن الأمثلة على ذلك، غاز الأوزون وغاز ثاني

أكسيد النيتروجين ومركب الفورمالدهيد (*Formaldehyde*). وهناك العديد من الملوثات الهوائية ولكننا سوف نقتصر هنا على أهم الملوثات وتأثيرها على البيئة وخاصة صحة الإنسان:

١) غاز أول أكسيد الكربون (CO)

وهو غاز سام لا لون له ولا طعم ولا رائحة. وينتج عن عملية الاحتراق غير المكتمل. وتشير الدراسات إلى أن حوالي ٧٧% من إجمالي غاز أول أكسيد الكربون المنبعث في الجو مصدره الأساسي هو حركة المركبات. أما بالنسبة لتأثير هذا الغاز على صحة الإنسان فهو يعيق مقدرة الجسم على نقل الأكسجين من الرئتين إلى بقية أعضاء الجسم نتيجة تفاعله مع الهيموجلوبين في الدم. وهذا يؤدي إلى قصر في فعالية الدماغ وازدياد في نبضات القلب. والتعرض إلى تركيز عال من هذا الغاز قد يؤدي إلى الاختناق.

٢) أكاسيد النيتروجين (NOx)

ومن أهم هذه الأكاسيد غاز أول أكسيد النيتروجين (NO)، ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2). والمصدر الأساسي لهذه المركبات هو الاحتراق حيث إن ٩٥% من أكاسيد النيتروجين تنتج من المركبات ومحطات توليد الكهرباء. ومن الناحية الصحية، فإن غاز أول أكسيد النيتروجين ليس له أي أثر سلبي ضمن الحدود التي تم قياسها في الجو. إلا أن هذا الغاز يتأكسد ويكون ثاني أكسيد النيتروجين والذي بدوره يسبب حساسية للرئة ويقلل من مناعة الجسم لمقاومة أمراض التهاب الجهاز التنفسي. ولغاز ثاني أكسيد النيتروجين آثار غير مباشرة حيث يتفاعل مع المواد العضوية المتطايرة الموجودة في الجو ليشكل بعض الملوثات وأهمها الأوزون. كذلك يتفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين مع بعض المركبات الكيميائية في الجو ليشكل حامض النتريك والذي يساهم في تشكل الأمطار الحمضية.

٣) ثاني أكسيد الكبريت (SO3)

حوالي ٩٠% من كميات غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث في الجو تنتج عن عملية احتراق الفحم، وكذلك من مصافي تكرير النفط. ومن آثاره السلبية أنه يتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو ليشكل حامض الكبريتيك والذي يساهم في تشكيل الأمطار الحمضية. وقد أظهرت الدراسات أن مناطق واسعة من شرق الولايات المتحدة الأمريكية وكندا التي تكثر فيها البحيرات تتعرض للأمطار

الحمضية مما يؤثر على حياة الأسماك في تلك المناطق. ويؤثر ثاني أكسيد الكبريت في الجو على الأشجار وكذلك مقدرة النباتات على امتصاص المعادن من التربة. ومن الآثار الأخرى أنه يعمل على تآكل المعادن في المنشآت.

٤) الرصاص (Lead)

تعتبر وسائل النقل من أكبر مصادر التلوث بالرصاص وذلك لما يحتويه الوقود من هذا العنصر. وقد قلت كميات الرصاص المنبعثة في الهواء في الآونة الأخيرة بسبب استعمال الوقود الخالي من الرصاص في العديد من الدول، ولكن تبقى هناك مصادر أخرى لهذا العنصر مثل مصانع البطاريات ومصانع صهر المعادن. ويسبب استنشاق هواء ملوث بالرصاص مضاعفات صحية والتي قد تصل إلى حدوث خلل دائم في الدماغ أو إلىّ الموت في حالة تجمع كميات كبيرة من عنصر الرصاص في الجسم.

٥) الحبيبات الدقيقة (Particulates)

وتشمل الحبيبات الدقيقة في الجو (الأغبرة) أو الـ (*Dust*) أو الأدخنة السوداء (*Soot*) وغيرها. ولعل أكثر من ٩٠% من هذه الحبيبات المنتشرة في الهواء ناتج عن الأغبرة المنبعثة من الحقول أو الناتجة من عمليات إنشاء المباني والطرق، أو من المناجم. وتؤثر الحبيبات الدقيقة والتي قطرها أقل من ١٠ ميكرون على الجهاز التنفسي والقصبات الهوائية وقد تحدث خللا في الرئتين. وبعض هذه الحبيبات قد يسبب السرطان وخاصة الأدخنة السوداء المنبعثة من عوادم السيارات أو حرق الخشب أو الفحم. ولعل العديد يستمتع برائحة شوي اللحم، إلا أن هذه الروائح وما يرافقها من أدخنة قد تكون ضارة جدا.

٦) المركبات العضوية المتطايرة

ومصدر هذه الملوثات إما الوقود غير المحترق تماما والمنبعث خلال المداخن أو الغازات العضوية وغيرها. ومن آثارها السلبية أن العديد منها تسبب أو قد تسبب السرطان. بالإضافة إلى هذا، فإن هذه الملوثات وبوجود غاز ثاني أكسيد النيتروجين تؤدي إلى إنتاج غاز الأوزون.

٧) الأوزون والغازات المؤكسدة الأخرى

تتكون هذه الملوثات نتيجة تفاعل غاز ثاني أكسيد النيتروجين والمواد العضوية المتطايرة في وجود أشعة الشمس. والتعرض لهواء ملوث بغاز الأوزون يؤدي إلى شعور بانقباض في الصدر كما يؤدي إلى حساسية في الجيوب الأنفية. بالإضافة إلى هذا فإن غاز الأوزون يؤثر على نمو النباتات ويقلل من إنتاجية المحاصيل. ومن الغازات المؤكسدة الأخرى مركب الفورمالدهايد والذي يسبب حرقة في العين.

٥-٢-٤ معايير نوعية الهواء

وضعت هيئة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية معايير أساسية لحماية الصحة العامة. وتشتمل هذه المعايير في الوقت الحالي على ستة ملوثات هي: أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد النيتروجين، غاز الأوزون، ثاني أكسيد الكبريت، الحبيبات الدقيقة، والرصاص. ويبين الجدول رقم (١١) الحد الأعلى لتركيز هذه الملوثات في الهواء مقرونا بفترة التعرض للملوث. وكما يظهر من الجدول فإنه كلما زادت مدة التعرض لملوث ما فإن الحد الأعلى المسموح به في الهواء يقل لتفادي حدوث مشاكل صحية.

جدول ١١. معايير نوعية الهواء المحيط

الملوث	متوسط فترة التعرض	الحد الأعلى (جزء في المليون)	الحد الأعلى (ميكروجرام/م^{٣})
أول أكسيد الكربون	٨ ساعات	٩ ٣٥	١٠ ٤٠
ثاني أكسيد النيتروجين	سنة	٠,٠٥٣	١٠٠
الأوزون	٨ ساعات	٠,٠٨	١٥٥
ثاني أكسيد الكبريت	سنة ٢٤ ساعة	٠,٠٣ ٠,١٤	٨٠ ٣٦٥
الحبيبات الدقيقة	سنة ٢٤ ساعة	--- ---	٥٠ ١٥٠
الرصاص	٣ أشهر	---	١,٥

٥-٢-٥ مؤشر معايير التلوث (*Air Quality Index*)

لقد تم تطوير ما يسمى "مؤشر معايير التلوث" وهو وصف عام لحالة الجو من منظور التلوث. ويتم تحديد مؤشر نوعية الهواء عن طريق معرفة تراكيز العناصر الموجــودة فــي الجــدول رقــم (١١) باســتثناء الرصاص. وبناء على ذلك يتم تحديد قيمة مؤشر معايير التلوث كما هو مبين في جدول رقم (١٢).

ويتم حساب مؤشر معايير التلوث من خلال حساب المؤشر لكل ملوث من الملوثات المدرجة فــي جدول رقم (١٣). ومن ثم تؤخذ أعلى قيمة من هذه المؤشرات ويتم اعتبارها مؤشر معايير التلوث.

جدول ١٢. مؤشر معايير التلوث ووصف حالة الجو.

قيمة المؤشر	حالة الجو	مضاعفات صحية
صفر – ٥٠	جيدة	لا توجد أية مضاعفات
٥١ – ١٠٠	متوسطة	قد يتأثر عدد قليل من الأشخاص ولكن بشكل عام لا يوجد أية مضاعفات
١٠١ – ١٩٩	غير صحية	يتأثر الأشخاص ذوو الحساسية، وقد تظهر بعض الأعراض لدى الأشخاص ذوي الصحة الجيدة أيضا.
٢٠٠ – ٢٩٩	غير صحية جدا	تظهر مضاعفات كبيرة خاصة عند الأشخاص المصابين بأمراض القلب والرئة. ويظهر انتشار واسع للأعراض لدى الأشخاص ذوي الصحة الجيدة أيضا.
٣٠٠ – ٤٠٠	خطرة	تظهر مضاعفات كبيرة على الأشخاص ذوي الصحة الجيدة وتبدأ بعض الأمراض في الظهور.
أكثر من ٤٠٠	خطرة جدا	تظهر حالات وفاة عند بعض الأشخاص المرضى والعجزة.

جدول ١٣. مؤشر التلوث لكل ملوث

الملوث وفترة التعرض / المؤشر	أول أكسيد الكربون (ppm) ٨ ساعات	ثاني أكسيد النتروجين (ppm) ساعة	الأوزون (ppm) ساعة	ثاني أكسيد الكبريت (ppm) ٢٤ ساعة	الحبيبات الدقيقة (ميكروجرام/م٣) ٢٤ ساعة
صفر	صفر	----	صفر	صفر	صفر
٥٠	٤,٥	----	٠,٠٦	٠,٠٣	٥٠
١٠٠	٩	----	٠,١٢	٠,١٤	١٥٠
٢٠٠	١٥	----	٠,٢٠	٠,٣٠	٣٥٠
٣٠٠	٣٠	١,٢	٠,٤٠	٠,٦٠	٤٢٠
٤٠٠	٤٠	١,٦	٠,٥٠	٠,٨٠	٥٠٠
٥٠٠	٥٠	٢,٠	٠,٦٠	١,٠٠	٦٠٠

٥-٢-٦ الطرق الفنية الواجب اتباعها لحماية البيئة من تلوث الهواء

١. تحسين كفاءة و صيانة الأجهزة العامة وإداراتها بمهندسين وفنيين مهرة.
٢. ضرورة الصيانة الدائمة لمعدات الاحتراق للتقليل من الغازات السامة المنطلقة مع إمكانية وضع مرشحات (فلاتر) على المداخن للحد من الغازات المتصاعدة وامتصاص الغبار.
٣. إنقاص حجم الحركة المرورية في المجمعات المدنية وذلك بتحسين الطرق وتوقيت إشارات المرور والاهتمام بحالة محرك الاحتراق الداخلي للسيارات للإقلال من انبعاث الغازات الملوثة.
٤. تحسين وسائل التدفئة المنزلية، وعدم تدخين التبغ في الأماكن العامة والمغلقة والقيام بحملات توعية جادة للحد من الملوثات الغازية.
٥. استخدام مقالب القمامة المغطاة والمدافن البعيدة عن المدن للحد من التلوث بالمخلفات.
٦. إبعاد المنشآت الصناعية عن مراكز التجمعات البشرية مع مراعاة اتجاه الرياح عند إقامتها ومعالجة مخلفات المصانع وتحويلها إلى منتجات ذات فائدة وتكون أقل تلويثا للبيئة.

٧. وضع تشريعات ولوائح ومقاييس خاصة بالتراكيز القصوى للملوثات المسموح بوجودها في الهواء، بخاصة في هواء المدن والمناطق الصناعية مع الاعتماد على هيئات ومنظمات لتنفيذ هذه التشريعات ومراقبة المخالفات.

٨. البحث عن مصدر بديل ونظيف للطاقة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الذرية لا يستخدم فيه وقود يحتوي على ملوثات مثل الرصاص والكبريت.

٥-٣ تلوث الماء *Water Pollution*

للماء العديد من الملوثات نتيجة للأنشطة المختلفة التي يقوم بها الإنسان كما يلي:

١. المخلفات المستهلكة للأكسجين

وهي مركبات عضوية قابلة للتحلل الحيوي وتوجد في المخلفات الصناعية ومجاري المياه مسببة انخفاض مستوى الأكسجين في المياه مما يؤثر على نمو الحيوانات والنباتات المائية.

٢. المركبات العضوية المخلقة **Synthetic organic compound**

وهذه تضم العديد من المركبات الكيميائية المخلقة والداخلة في العديد من الصناعات الكيميائية مثل صناعة المبيدات والمنظفات وتعتبر سامة للأحياء المائية وضارة على الزراعة والحيوان والإنسان.

٣. المغذيات النباتية **Plant nutrient**

وهذه عناصر مثل النتروجين والفسفور والتي تستخدم كأسمدة في التربة وكذلك كنانج لمحطات معالجة مياه المجاري وهذه تلوث الماء وتساعد على نمو الطمي من الأعشاب المائية.

٤. العوامل المسببة للأمراض Disease causing agents

هذه تشمل الكائنات الدقيقة الممرضة مثل البكتريا والفيروسات أو الأميبا والتي تنتقل للإنسان عن طريق شرب الماء. وكذلك الديدان الطفيلية التي تتسرب إلى الماء عن طريق مياه الصرف الصحي ومخلفات الحيوانات.

٥. الرواسب والمواد العالقة Sediments

وهي عبارة عن حبيبات التربة والحبيبات الرملية المعدنية التي تنتج عن طريق الانجراف المائي من اليابسة وتؤدي إلى تلويث قاع البحيرات والشعب المرجانية وطمر المحار وهي تؤدي إلى تعرية سطح التربة من الطمي وتلويث ماء الأنهار والبحيرات والخزانات الصناعية والقنوات الملاحية والموانئ.

٦. المواد الكيميائية غير العضوية Inorganic chemicals

وهي جميع المركبات غير العضوية والمعدنية التي تكون الأحماض والأملاح والعناصر القليلة مثل الزئبق والكادميوم والرصاص، والكثيرة مثل صناعة استخراج المعادن والمبيدات والدهانات والبطاريات الكهربائية ومن أهم أشكاله مادة ثلاثي ميثيل الرصاص التي تضاف إلى الوقود وتشكل المصدر الرئيسي للتلوث به وتشير الدراسات إلى أن المصانع تقذف سنويا أكثر من ٢٥٠ ألف طن من الرصاص وقد زادت نسبة تركيز الرصاص في مياه المحيطات القريبة من المناطق الملوثة أي مصانع الرصاص وقد تصل تركيزها إلى ٤٨٠ جزءا من المليون وقد أثر ذلك بشكل كبير على الكائنات البحرية التي يحد الرصاص من نموها وتكاثرها وتسبب في موتها. أما الزئبق فقد وصل تركيزه في المياه الملوثة إلى حد ٠,٥ جزء من المليون وهو الحد الأعلى المسموح به وحسب الدراسات فقد تسبب ارتفاع تركيز الزئبق في ظهور أعراض شلل عضلات اليدين والأرجل لدى كثير من الصيادين وعائلاتهم الذين يعيشون قريبا من تلك المناطق وكذلك فإن مرض (المينا ماتا) يعتبر الزئبق هو المسبب له ويتميز الزئبق بخواصه من التراكمية وقد تسمم بسببه كثير من الأطفال وتوفى بعضهم. أما الكادميوم والنحاس والزنك وغيرها حيث تلتقي مياه البحار

والمحيطات والأنهار والبحيرات كميات كبيرة منها ويسبب أخطرها وهـو الكـادميوم الإصـابة بالتسمم وتغير تركيب الدم وفقره ويسبب اضطرابات بالعظام.

٧. المواد المشعة **Radioactive substances**

وهذه تذوب في الماء إما عن طريق الصخور الطبيعية المحتوية على اليورانيوم والثوريوم أو عن طريق تصنيع المواد المشعة أو الأسلحة النووية. وهذه ضارة جدا وتؤدي إلى التلوث الإشـعاعي للمياه والتي تنعكس بدورها على الإنسان. وتتسبب الإشعاعات الصادرة من هذه المواد "النظـائر المشعة" في تشوه المواليد وحدوث السرطان وأيضا تتسبب في كثير من العيوب الخلقية الوراثية.

٨. القذف الحراري **Thermal discharge**

وهذه ناتجة عن المياه المستخدمة في تبريد المصانع ومحطات الطاقة والمكيفات وهي ذات درجة حرارة عالية وينقصها كثير من الأكسجين وتؤدي إلى تلوث المياه الجوفية.

مصادر تلوث المياه ***Sources of water pollution***

تنقسم مصادر تلوث المياه إلي ملوثات طبيعية وصناعية وهي كالتالي:

١. الملوثات الطبيعية ***Natural pollutants***

وهذه جميع المخلفات العضوية التي تراكمت عبر السنين عن طريق طمر الكائنات الحية وتحلل المواد العضوية الميتة ثم تسربها إلى الطبقات المائية. هذا ويوجد العديد من العناصر الثقيلة الملوثـة للمـاء وذلك عن طريق ذوبان الصخور أو تسرب مياه الأمطار وحمله للمبيدات الحشرية والقطرية والعشبية وكذلك الأسمدة الكيميائية. هذا ويؤدي الانجراف المائي إلى تلوث المياه بـالطمي وعـدم صـلاحيتها للشرب مما يؤدي إلى إخلال في النظام البيئي ينتج عنه عدم صلاحية هذا الماء الملـوث للاسـتخدام الآدمي.

٢. الملوثات الصناعية *Industrial pollutants*

لعل من أهم ملوثات المياه هو الكم الهائل الذي تقذفه المنشآت الصناعية من مخلفات وبقايا منتجات صناعية تحتوي على ملوثات كيميائية ضارة سواء هذه الملوثات تذوب في الماء وتؤثر على نمو الكائنات والنباتات والحيوانات المائية أو المواد التي تسبب تسمما للإنسان مثل العناصر الثقيلة المستخدمة في الصناعات المعدنية وصناعة المبيدات مثل أملاح الرصاص والزرنيخ والنحاس والزئبق وخلافه.

هذا ويدخل الرصاص كعنصر أساس في العديد من الصناعات مثل صناعة البويات والبطاريات والوقود مما يؤدي ارتفاعه في منسوب المياه إلى كثير من الأضرار على صحة الإنسان. هذا ويؤدي الكادميوم والنحاس والزنك والكروم والكوبالت والطين والأملاح المعدنية المنحلة إلى تلوث المياه وتؤثر كثيرا على الزراعة وذلك لتراكمها في الأنسجة النباتية مما يسبب انتقالها إلى الإنسان أو الحيوان. هذا وإن استخدام الزئبق في العديد من الصناعات يؤدي إلى تسمم المياه مما يسبب أعراض شلل العضلات لليدين والرجلين ويؤدي إلى تسمم وراثي عند الأطفال وإلى اختلال النطق وسوء في الرؤية. بالإضافة إلى ذلك، فإن مخلفات صناعة الورق مثلا تعتبر مصدرا كبيرا لتلوث الأنهار والبحيرات بالمواد العضوية والألياف الخشبية وقشور الأشجار وغيرها من المواد التي تستخدم أساسا في تلك الصناعة، فمثلا تعطي الماء طعما غير مستساغ ورائحة كريهة وتغير في اللون وتظهر الأوساخ على الشواطئ ويضر كل ذلك بالحيوانات المائية وخاصة الأسماك التي تموت بسبب ذلك أو تهجر المكان. كذلك هناك تلوث بسبب قذف المخلفات البشرية السائلة والصلبة إلى المسطحات المائية وأيضا تلوث الماء بسبب وصول المواد المشعة إلى الماء وهي من الملوثات شديدة الخطورة.

٣. الملوثات النفطية *Oil Pollution*

يعتبر النفط ومشتقاته من بنزين وديزل وزيت وخلافه ضرورة كبرى في حياة الإنسان لتوليد الطاقة وكذلك في عملية النقل والمواصلات. إلا أن النفط الذي تلقيه المصافي إلى البحر أو البحيرات أو عن طريق تسرب ناقلات النفط أو مثل تسرب حقول نفط الكويت يعتبر من أكثر الكوارث التي تضر مياه البحار وتؤثر تأثيرا مباشرا على الحياة النباتية والحيوانية في مياه البحار والمحيطات.

وتسرب النفط وانتشاره يكون طبقة رقيقة عازلة للتبادل الغازي بين الهواء والماء مما يجعل تشبع الماء بالأوكسجين عملية صعبة. وهذا يؤدي إلى حرمان النباتات والحيوانات المائية من الأوكسجين

الذائب في الماء ويؤدي إلى موتها. وهي بذلك تؤثر على السلسلة الغذائية ويعني إصابة الهائمات الحيوانية *Zoo Plankton* والمحار والأسماك والروبيان وكذلك النباتات المائية.

٥-٤ تلوث التربة Soil Pollution

هناك مشكلات كثيرة تتعلق بصحة الإنسان وبيئته ناتجة بسبب تلوث التربة بالمواد الكيميائية أو غيرها. وقد يحدث تلوث التربة بطرق مباشرة مثل استعمال المبيدات الزراعية أو المخلفات الضارة الناتجة عن بقايا المواد المستخدمة في الصناعة، أو بطرق غير مباشرة عند ترسب المواد الملوثة للماء على التربة مما يؤثر على خصوبتها وبالتالي ينخفض إنتاجها بالإضافة إلى أثر بعض المكونات على نمو النبات وتكوينه. وينتقل هذا الأثر إلى الإنسان والحيوان بطريق غير مباشر مما يسبب كثيرا من الأمراض مثل السرطان وأمراض الكلية والكبد وغيرها. ويمكن تصنيف أنواع ملوثات التربة إلى:

١. تلوث ناتج عن الأسمدة الكيميائية *Fertilizer Pollution*
٢. تلوث ناتج عن استخدام المبيدات *Pesticide Pollution*
٣. تلوث ناتج عن طريق مياه المجاري *Sewage Pollution*
٤. تلوث ناتج عن طريق مياه الصرف الصحي *Sewage Water Pollution*

تلوث التربة بالمخلفات الضارة: ويشمل ذلك المواد التالية:

١. المواد القابلة للاشتعال مثل زيت البترول والمذيبات العضوية
٢. المواد التي تحتوي على السيانيد وتنطلق منها أبخرة سامة
٣. المواد المسببة في تآكل المعادن مثل الأحماض والقلويات القوية
٤. المواد السامة مثل المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات ومركبات الرصاص والزرنيخ والزئبق

وتأتي هذه الملوثات من النفايات التي تدفن في باطن الأرض أو تحقن في الآبار العميقة أو توضع على سطح التربة. وبالإضافة إلى هذا، فإن هذه الملوثات تصل إلى المياه الجوفية التي تستخدم في كثير من الأحيان في الشرب وفي الأغراض المنزلية والزراعة مما له كبير الأثر السلبي على الإنسان والحيوان والنبات الذي يستخدم تلك المياه الملوثة.

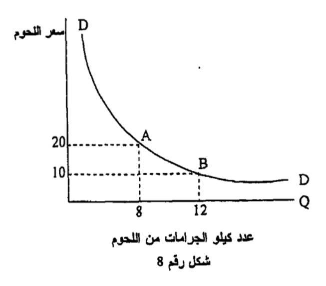
٥-٥ الآثار الاقتصادية والاجتماعية لتلوث البيئة

توفر البيئة المواد الخام التي تدخل في العملية الإنتاجية وكذلك الطاقة اللازمة للعملية الإنتاجية كما أن البيئة تستقبل في النهاية المخلفات الناجمة عن عمليات الإنتاج والاستهلاك. أي أن البيئة باختصار تمدنا بمختلف الخدمات التي تكفل بقاء الإنسان مثل تنفس الهواء والغذاء والشراب والمأوي والملبس ووسائل الراحة والجمال ومباهج الحياة البرية والفطرية. أما المخلفات التي تعود إلى البيئة فإنها تقلل من قيمة الأصول البيئية حينما تزيد عن قدراتها الاستيعابية حيث تقلل من الخدمات البيئية النافعة للإنسان فتلوث الهواء مثلاً يمكن أن يُحدث مشاكل في الجهاز التنفسي للإنسان. كما أن مياه الشرب الملوثة قد تؤدى إلى الإصابة بالسرطان والدخان الكثيف قد يؤدى إلى مشاكل بيئية كبيرة للإنسان وكذلك للحياة البرية والفطرية. إن العلاقة بين الإنسان والبيئة تخضع للدراسة الاقتصادية التي تساعد في تحديد الخيارات الملائمة لاستغلال الأصول البيئية والموارد الطبيعية بشكل يضمن التنمية المتواصلة وحق الأجيال القادمة في أن تنعم بالموارد المتاحة سواء كانت موارد متجددة أو موارد قابلة للاستنفاذ ***Depletable*** وغير قابلة للتدوير ***Nonrecyclable***.

٥-٥-١ الاقتصاد وتلوث البيئة

يتوقف استخدام الموارد البيئية علي حقوق الملكية التي تنظم تلك الموارد فكل المنافع والتكاليف المرتبطة بملكية واستخدام مورد معين يجب أن تؤول إلى المالك. كما أن حقوق الملكية قابلة للانتقال من مالك إلى مالك آخر وفقاً لشروط التبادل المتفق عليها بينهما. ويجب أن تكون حقوق الملكية مصانة وآمنة من تعدى الآخرين عليها. ويترتب علي ذلك أن المالك لمورد بيئي معين يكون لديه الحافز القوى لاستخدام ذلك المورد بكفاءة. ويمكن التدليل علي أن تطبيق حقوق الملكية بكاملها يساهم في عملية التنمية المتواصلة حيث إن المنتج يكون له الحق في منع المستهلك من شراء أي كمية من السلعة ما لم يدفع المستهلك قيمة تلك السلعة وفقاً لما تحدده ظروف السوق الخاصة بها . ومن جهة أخرى فإن المستهلك يحدد الكمية التي يجب أن يشتريها بحيث تعظم صافي منفعته. في كثير من التحليلات الاقتصادية للمشاكل البيئية يتم الاستعانة بالأشكال البيانية ذات المحورين حيث يقاس أحد المتغيرات على المحور الأفقي ويقاس المتغير الآخر علي المحور الرأسي. على سبيل المثال يوضح الشكل رقم (8) منحنى الطلب الفردي علي اللحوم ويوضح المحور الرأسي سعر الكيلوجرام من اللحوم ويوضح المحور الأفقي عدد الكيلوجرامات من اللحوم

التي يرغب الفرد في شرائها وتعرف نقطة تلاقى المحورين بنقطة الأصل وتوضح النقطة A على منحنى الطلب DD توليفة من السعر والكمية فإذا كان السعر 20 درهم للكيلو جرام فإن الطلب الفردي علي اللحم يكون 8 كيلو جراما. وإذا انخفض السعر إلى 10 دراهم للكيلو جرام فإن الطلب يزداد إلى 12 كيلو جراما كما يتضح من النقطة B.



عدد كيلو الجرامات من اللحوم
شكل رقم 8

ويلاحظ أن المعلومات التي يمكن استقراؤها من منحنى الطلب تتعلق بالسعر والكمية فقط فلا يمكن علي سبيل المثال معرفة طبيعة الشخص الذي يطلب اللحوم ومقدار دخله الشهري أو نوع المنزل الذي يقطن فيه من منحني الطلب. ومن الواضح أن منحني الطلب ينحدر إلى أسفل كلما اتجهنا إلى اليمين وفي هذه الحالة يقال إن منحني الطلب سالب الميل، لأن هناك علاقة عكسية بين السعر وبين الكمية المطلوبة.

وغالباً ما يعتمد التحليل الاقتصادي لمشاكل البيئة على ما يعرف بالتحليل الحدي ولتوضيح ذلك ، افترض أن الكلفة الكاملة لنقل مسافر على خطوط الخليج من دبي إلى القاهرة 350 دولار. هل تستطيع شركة الطيران أن تقدم تذاكر مخفضة بقيمة 250 دولار للراغبين في السفر بنظام الاحتياطي؟ للإجابة على ذلك السؤال فإن التكاليف الإضافية مثل كتابة وإعداد التذاكر، والوجبات التي يستهلكها المسافرون، والوقود الإضافي ... الخ، هي التي تهم في الإجابة وعناصر التكاليف تلك تعرف بالتكاليف الحدية ***Marginal Cost*** وغالباً ما تكون صغيرة بالمقارنة بالكلفة الكاملة لنقل المسافر والتي تغطى تكاليف الصيانة، حقوق الهبوط في المطارات، أطقم الصيانة ، الخ وتدفع تلك التكاليف الكاملة سواء قامت الطائرة بعشرين راكباً أو قامت بثمانين راكباً. أما التكلفة الحدية فإنها تدفع لكل راكب إضافي من قائمة الاحتياطيين. وعلى ذلك فقد يكون من المربح لشركة الخليج أن تقلع بعدد أكبر من الركاب باستخدام التذاكر المخفضة للاحتياطيين.

ويوضح ذلك المثال أن فهم واضعي السياسات لمبدأ التكلفة الحدية يمكن أن يساهم بشكل واضح في كفاءة الشركات المختلفة.

ويوضح المثال التالي كيفية استخدام التحليل الحدي للتعرف علي مستوى التسميد الأمثل إذا كان سعر السماد 10 دراهم وسعر القمح 20 درهما.

كمية السماد	إنتاج القمح الكلي	الزيادة في التكاليف Added Cost	الزيادة في العائد Added Revenue
0	1.00	-	-
1	2.50	10	30
2	3.50	10	20
3	4.00	10	10
4	4.50	10	10
5	4.75	10	5
6	4.50	10	-5

ويشير التحليل الحدي إلى أن أربع وحدات من التسميد تحقق أقصي ربح للمزارع وهو الفرق بين العائد الكلي (20 x 4.5) والتكاليف الكلية (10 x 4.0) أي أن الربح يساوي 50. درهما ويمكن تحديد المستوى الأمثل للتسميد عند مساواة الزيادة في التكاليف (التكاليف الحدية) مع الزيادة في العائد (العائد الحدي) ويتضح أيضاً أن المقررات السمادية تعتمد علي سعر السماد وكذلك على سعر القمح وليس على الاعتبارات الفنية فقط.

وبفرض أن أسعار الأسمدة الكيماوية تم تخفيضها من 10 دراهم للوحدة إلى 5 دراهم فقط نظراً لتدخل الحكومة في السوق مثلاً ورغبتها في دعم المزارعين عن طريق تخفيض أسعار مستلزمات الإنتاج الزراعي. في هذه الحالة تتغير حسابات المزارع كما يوضحها الجدول التالي :

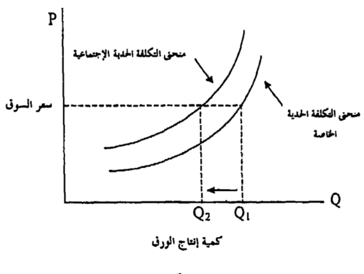
كمية السماد	إنتاج القمح الكلي	الزيادة في التكاليف Added Cost	الزيادة في العائد Added Revenue
0	1.00	-	-
1	2.50	5	30
2	3.50	5	20
3	4.00	5	10
4	4.50	5	10
5	4.75	5	5
6	4.50	5	-5

وهنا يلاحظ أن من مصلحة المزارع في هذه الحالة استخدام خمس وحدات من السماد، لأن عند ذلك المستوى للتسميد يحقق المزارع عائد قدره 95 درهما بينما تكون تكاليف السماد 25 درهما أي أن يحقق ربحا

أو عائدا صافيا يبلغ 70 درهما وهو أعلى ربح يمكن أن يحقق عند أي مستوى للتسميد. يترتب علـى ذلـك أن التدخل في سوق السماد عن طريق تخفيض السعر أدى إلى زيادة استخدام التسميد الكيماوي من أربع وحـدات إلى خمس وحدات وبالتالي تزداد معها احتمالات التلوث الناتجة عن استخدام الكيماويات الزراعية. وعموماً فإن سياسات تحرير الأسعار الزراعية وتخفيض الدعم على مستلزمات الإنتاج تؤدى إلى تقليـل حجـم الملوثـات المقترنة باستخدام الكيماويات الزراعية.

عندما يقوم مصنع خاص للجينز على سبيل المثال بدفع تكاليف العمالة، والمعدات، والمواد الخام والطاقـة فإنه يعمل كل شئ في استطاعته لتجنب الفقد في تلك الموارد. ولكن عندما يقوم مصنع للورق بـالتخلص مـن منتجاته الثانوية في النهر القريب فإن مالك المصنع لا يدفع أي شئ لمعالجة الضرر الواقع على البيئـة. وهنـا تكمن المشكلة في أن تكاليف إنتاج الجينز يتحملها المصنع بالكامل، أما تكاليف التخلص من المنتجات الثانويـة لمصنع الورق فإنها تحمل للمجتمع الذي يعتمد على النهر ولا يتحملها المصنع. وبالتالي لا يوجد حافز لمصنع الورق للحفاظ علي البيئة. ويرى الاقتصاديون أن الحل هو أن يتحمل مصنع الورق تكاليف الضرر الواقـع على البيئة وبالتالي يكون لديه الحافز للتقليل من حجم هذا الضرر بقدر الإمكان وقد يتم ذلك من خلال فرض ضريبة على حجم المواد الكيماوية الملقاة في النهر. ويطلق على المنتجات الثانوية للمصنع والتي تؤثر على البيئة المحيطة لفظ الخارجانيات السالبة ***Negative Externalities*** .

ويشير الشكل رقم (9) أن أخذ تلك التأثيرات الخارجية في الاعتبار من شأنه أن يخفض إنتاج المصنع من الورق من Q_1 إلى Q_2 إذا تم أخذ التكاليف الاجتماعية في الاعتبار مثل تكـاليف الرعايـة الصـحية وتكاليف تنظيف النهر وخلافه. حيث يتبين أن منحنى التكاليف الحدية الاجتماعيـة يقـع أعلـى منحنـى التكاليف الحدية الخاصة أي أنه عند أي مستوى للإنتاج تكون التكاليف الاجتماعية التي يتحملها المجتمـع ككل أكبر من التكاليف الخاصة التي يتحملها المصنع فقط.



شكل رقم 9

هذا وتوجد التأثيرات الخارجية أو الخارجانيات *Externalities* عندما تتوقف رفاهيـة المنشـأة أو الأسرة ليس فقط على أنشطتها الخاصة بها ولكن أيضاً على أفعال المنشآت الأخرى أو الأسر المجـاورة. ففي المثال السابق يشكل التخلص من النفايات في النهر تكلفة خارجية قد يتحملهـا صـائدو الأسـماك أو أصحاب الفنادق السياحية التي تقع علي النهر. وبالطبع فإن تلك التكلفة الخارجية لا يأخذها مصنع الورق في الاعتبار عند تحديد الكمية التي ينتجها. ويلاحظ أن منحنى التكاليف الحدية الخاصة بإنتاج الـورق لا تشمل تكلفة مراقبة التلوث ولا تشمل التكاليف الاجتماعية التي تتحملها الأطراف الأخرى مثل الصـيادين (في شكل تدهور إنتاج السمك) والفنادق السياحية (في شكل قلة الإقبال عليها نظراً لتلوث النهر). ولكـن المجتمع ككل يجب أن يأخذ في الحسبان كلاً من تكلفة إنتاج الورق من ناحية وتكلفة التلوث مـن ناحيـة أخرى ولذلك فإن منحنى التكاليف الحدية الاجتماعية يشمل النوعين من التكاليف.

ويتضح من الشكل رقم (2) أن عدم أخذ التكاليف الاجتماعية في الاعتبار يؤدي إلى النتائج التالية :

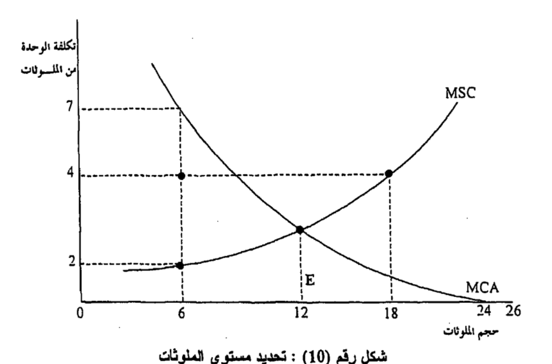
١- إنتاج كبير من السلعة المسببة للتلوث (Q_1 بدلاً من Q_2)

٢- إنتاج كمية أكبر من الملوثات

٣- أسعار المنتجات المسبة للتلوث منخفضة

٤- عدم وجود حافز للبحث عن وسائل بديلة للإنتاج تكون أقل تلويثاً للبيئة

ويمكن حث المصنع الملوث للبيئة على تخفيض حجم إنتاجه ومن ثم تخفيض حجم الملوثات الناجمة عنه بفرض ضريبة علي الإنتاج كما يوضح المثال التالي. افترض أن مصنع للأسمنت تنبعث منه الملوثات التي تفسد نقاء الهواء في منطقة سكنية معينة وهنا يفترض أن هناك نسبة ثابتة بين حجم الإنتاج من الأسمنت وبين حجم انبعاث الملوثات وبالتالي فإن القرار الذي يتخذه صاحب المصنع لتحديد حجم إنتاج الأسمنت هو في الواقع قرار أيضاً بتحديد حجم انبعاث الملوثات الخارجة من المصنع. ويوضح الشكل رقم (10) ذلك المثال بيانياً حيث يظهر المحور الأفقي حجم انبعاث الملوثات ويبين المحور الرأسي تكلفة الوحدة الواحدة من الملوثات .



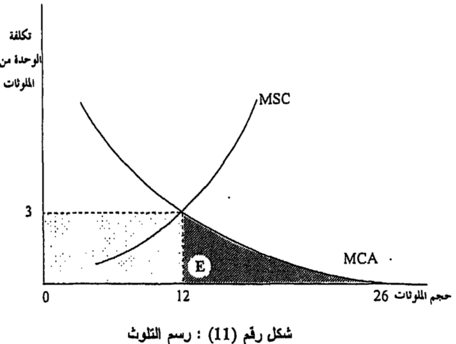
شكل رقم (10) : تحديد مستوى الملوثات

يوضح المنحنى MSC التكلفة الحدية الاجتماعية للملوثات، وهو يمثل التكلفة الاجتماعية للضرر الواقع علي البيئة من انبعاث الملوثات ويلاحظ أن هذا المنحنى يتجه إلى أعلى ناحية اليمين، لأن التكلفة الحدية الاجتماعية للتلوث تزداد مع ازدياد حجم الملوثات. أما المنحنى MCA فهو عبارة عن منحنى التكاليف الحدية للتخلص من الملوثات *Marginal Cost of Abating Emissions* وهو يقيس الزيادة في التكاليف التي يتحملها المصنع من جراء تركيب معدات للتحكم في حجم الملوثات ويتجه هذا المنحنى من أعلى إلى أسفل ناحية اليمين لأن التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات تكون منخفضة عندما تكون الكمية

المطلوب التخلص منها صغيرة حيث يلاحظ من الشكل أن التكلفة الحدية لتخفيض حجم الملوثات من 26 وحدة إلى 25 وحدة تكاد تقترب من الصفر فقد يتم ذلك مثلاً عن طريق إعادة جدولة الإنتاج بحيث تنبعث معظم الملوثات أثناء الليل عندما يكون عدد قليل من الناس في الشوارع والعكس صحيح فعندما تزداد كمية الملوثات المطلوب التخلص منها تزداد التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات ، لاحظ من الشكل أن تقليص حجم الملوثات من 26 إلى 6 فقط يؤدى إلى زيادة التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات إلى 7 درهم وذلك لأن التخلص من كميات كبيرة من الملوثات قد يستلزم تعديلات كبرى في عملية الإنتاج.

ولأن التخلص من الملوثات عملية مكلفة للمصنع ولا توفر أي منفعة مباشرة له فإن المصنع لو ترك لحاله يفضل انبعاث 26 وحدة من الملوثات لأن التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات عند هذا المستوى تكون مساوية للصفر ولكن من الناحية الأخرى تكون التكلفة الحدية الاجتماعية مرتفعة جداً عند هذا المستوى الكبير من التلوث ولذلك فإن المستوى المناسب للتلوث من وجهة نظر المجتمع يتحقق عند النقطة E أي عندما تتساوى التكلفة الحدية الاجتماعية للملوثات (MSC) مع التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات (MCA) أي عند 12 وحدة. لاحظ أنه عند أي مستوى للملوثات أكبر من 12 تكون التكلفة الاجتماعية للتلوث أكبر من تكلفة التخلص من الملوثات وبالتالي يكون من مصلحة المجتمع التخلص منها. أما عند أي مستوى للملوثات أقل من 12 تكون التكاليف الحدية للتخلص من الملوثات أكبر من التكاليف الاجتماعية الحدية أي أن المجتمع يدفع للتخلص من وحدة واحدة للملوثات أكثر مما يعود عليه من منافع اجتماعية نظير التخلص من تلك الوحدة من الملوثات.

ولحث المصنع علي التقيد بالحجم الأمثل للتلوث من وجهة نظر المجتمع يمكن فرض رسم التلوث *Emission Fee* على كل وحدة من الملوثات التي تنبعث من المصنع ويتحدد ذلك الرسم عند مستوى 3 درهم كما في الشكل رقم (11). ويلاحظ أن عند أي حجم للملوثات أكبر من 12 تكون التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات أقل من رسم التلوث .

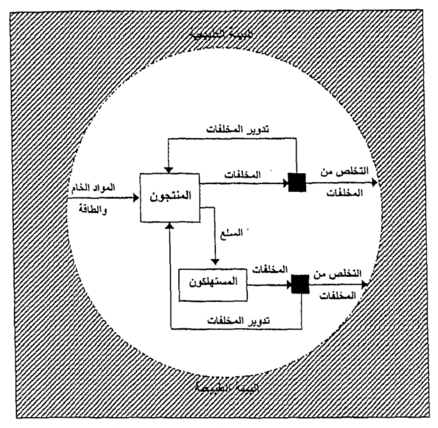


شكل رقم (11) : رسم التلوث

وبالتالي يكون من مصلحة المصنع تركيب معدات لتقليص حجم الملوثات من 26 إلى 12 أما عند أي مستوى للملوثات أكبر من 12 تكون من مصلحة المصنع دفع رسم التلوث، لأنه يكون أقل من التكلفة الحدية للتخلص من الملوثات التي يمكن أن يتحملها المصنع لو أخذ على عاتقه عملية تقليص الملوثات إلى مستوى أقل من 12. وتمثل المساحة المنقطة تكاليف رسوم التلوث التي يدفعها المصنع بينما تمثل المساحة المظللة إجمالي تكلفة التخلص من الملوثات عن طريق تركيب معدات تتحكم في حجم الملوثات أو عن طريق تغيير ممارستها الإنتاجية بطريقة أو بأخرى .

٥-٦ المخلفات

يعد الإنتاج والاستهلاك من أهم الوظائف التي يقوم بها أي مجتمع، وتعمل البيئة على توفير المواد الخام والطاقة اللازمة لإنجاز مهام الإنتاج والاستهلاك فالنظام الاقتصادي يقع في قلب البيئة الطبيعية التي نعيش فيها. وبالطبع فإن أنشطة الإنتاج والاستهلاك ينتج عنها ما يعرف بالمخلفات التي يتم التصرف في جزء منها على الأقل عاجلاً أو آجلاً عن طريق البيئة مرة أخرى ويوضح الشكل رقم (12) العلاقة بين النظام الاقتصادي والبيئة التي نعيش فيها.



شكل رقم (12) :العلاقة بين الإقتصاد والبيئة

ويتضح من الشكل أن مكونات النظام الاقتصادي تقع داخل الدائرة التي تشكل بدورها جزءاً من البيئة الطبيعية التي نعيش فيها. ويمكن تقسيم الاقتصاد إلى جزأين كبيرين هما المنتجون والمستهلكون.

تشمل مجموعة المنتجين كل المنشآت الخاصة التي تعمل علي تحويل مستلزمات الإنتاج ***Inputs*** إلى منتجات ***Outputs*** وكذلك تشمل المنشآت العامة والمنظمات غير الهادفة إلى الربح والمنشآت الخدمية مثل تلك العاملة في مجال المواصلات. ويعتمد قطاع الإنتاج علي مستلزمات إنتاج أساسية مستمدة من البيئة الطبيعية مثل الفحم والمعادن والأخشاب والمياه والبترول والغاز الطبيعي والأكسجين. وبالطبع فإن كل المنتجات والخدمات تشتق من مواد خام وكذلك من مدخلات الطاقة. وتشمل مجموعة المستهلكين أساساً الأسر التي تستوعب معظم الإنتاج من السلع والخدمات النهائية. ويخلق الإنتاج والاستهلاك المخلفات ***Residuals*** أو المتبقيات ***Leftovers*** . وتشمل تلك المخلفات كل ما يتم انبعاثه في الهواء أو الماء أو الأرض مثل ثاني أكسيد الكبريت، والمخلفات الحيوانية، والمبيدات، ومخلفات البناء، والمعادن الثقيلة. وكذلك مخلفات

الطاقة في شكل حرارة أو ضوضاء أو إشعاع. كذلك المستهلكون ينجم عنهم كميات ضخمة من المخلفات مثـل مخلفات الصرف الصحي وعادم السيارات.

ويوضح الشكل رقم (12) أن المواد الخام والطاقة يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية، وفي نفس الوقت يتم التخلص من المخلفات في البيئة مرة أخرى. وبديهي أن تخفيض كمية المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة يستلزم تخفيض كمية المواد الخام والطاقة التي يتم انتزاعها من البيئة الطبيعية وبالطبع فإن تـدوير المخلفـات يمكن أن يؤخر عملية التخلص من المخلفات في البيئة ولكن عملية تدوير المخلفات لا يمكن أن تكـون كاملـة فهناك دائماً جزء من المخلفات لا يمكن تدويره وبالتالي يذهب إلي البيئة مرة أخري. وبشكل عام فهناك ثلاثـة طرق أساسية لتخفيض حجم المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة :

١- تخفيض حجم الإنتاج

حيث يؤدي ذلك إلي تخفيض حجم المخلفات ويقترح البعض العمل علي تخفيض الطلب علـى المنتجـات النهائية عن طريق تخفيض معدلات النمو السكاني إلى أن تصل إلى الصـفر ***Zero Population Growth*** وبالطبع فإن تخفيض معدلات النمو السكاني يجعل من السهولة التحكم في التأثيرات البيئية ولكن ذلك لا يضمن التحكم الكامل في تلك التأثيرات، لأن المعدل الصفري لنمو السكان قد يكون مرتبطاً بتحسـينات كبيـرة فـي مستويات المعيشة وبالتالي طلب متزايد على السلع والخدمات وبالتالي طلب متزايد على المواد الخام والطاقـة. ولكن المؤكد أن النمو السكاني يعمل على تعقيد المشاكل البيئية في اقتصاد وطني معين. ففي الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال تم التحكم في عادم السيارات بشكل كبير من خلال التقدم التكنولوجي ولكـن النمو المتزايد في عدد السيارات الناجم عن النمو السكاني والتقدم الاقتصادي أدى إلى زيادة الحجم الكلـي لعادم السيارات في مناطق عديدة بالولايات المتحدة الأمريكية.

٢- تخفيض حجم المخلفات الناجمة عن عمليات الإنتاج ويتحقق ذلك عن طريق

- تخفيض كثافة المخلفات في الإنتاج من خلال اكتشاف وتبنى تقنيات إنتاجية جديـدة وممارسـات إنتاجية تعمل على ترك كمية صغيرة من المخلفات لكل وحدة من وحدات الإنتاج فعلـى سـبيل المثال يمكن تخفيض حجم ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة إنتاجية من خلال اسـتخدام مصـادر مختلفة للوقود وكذلك من خلال تخفيض كمية الطاقة المطلوبة لعمليات الإنتاج ويطلق على تلـك العمليات منع التلوث ***Pollution Prevention***.

• تغيير تركيبة المنتجات النهائية بحيث يتم تخفيض المنتجات التي ينجم عنها مخلفات كثيرة ويتم التوسع في المنتجات التي ينجم عنها مخلفات قليلة للوحدة الإنتاجية . فالتحول مثلاً من اقتصاد يعتمد على التصنيع الأولي إلى اقتصاد خدمي يعتبر خاصية مميزة للدول المتقدمة خلال أربعة العقود الأخيرة . أيضاً التقدم في قطاع المعلومات يعتبر مثالاً آخر على المنتجات قليلة المخلفات .

٣- زيادة عمليات تدوير المخلفات بدلاً من إلقاء المخلفات في البيئة الطبيعية:

حيث تهدف عملية تدوير المخلفات إلي إعادة استخدام جزء من المخلفات في العمليات الإنتاجية بديلاً عن المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية وبالتالي يتم تقليل حجم المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة الطبيعية. ويمثل تدوير المخلفات فرصا عظيمة في المجتمعات الحديثة لتقليل حجم تدفق الملوثات، ولكن علينا أن نتذكر أن عملية تدوير المخلفات نفسها غير كاملة وينتج عنها نفسها بعض المخلفات التي يتم التخلص منها في البيئة. ولكن التقدم العلمي والتكنولوجي دائماً يعطي أملاً جديداً في طرق مبتكرة لتدوير المخلفات الصعبة مثل إطارات السيارات القديمة التي يصعب إعادة تدويرها في الوقت الراهن.

٥-٦-١ تدوير المخلفات

إذا كان التخلص من المخلفات لا يشكل أية أعباء مالية على المنتج أو المستهلك فإن المجتمع يميل إلى التخلص من كميات كبيرة من تلك المخلفات يتم إلقاؤها في البيئة الطبيعية التي نعيش فيها مما يعني تدهورا أكبر لتلك البيئة وهذا من شأنه أيضاً تقليل الاعتماد على الموارد المعاد تدويرها وزيادة الاعتماد على المواد الخام البكر التي يتم استخلاصها من البيئة . ولحسن الحظ فإنه يمكن عن طريق اتباع بعض السياسات تشجيع الناس على تدوير المخلفات وعدم التخلص منها وكمثال على ذلك افترض أن أسرة معينة تحاول اتخاذ قرار بشأن الأواني الزجاجية القديمة المتراكمة لديها هل تحاول تدوير تلك الأواني أم تتخلص منها عن طريق إلقائها في سلة المهملات؟

ويتم عادة تدوير المخلفات مثل الأواني الزجاجية عن طريق البلدية أو عن طريق شركة خاصة تتولى التجميع والتنظيف والتصنيع للأواني الزجاجية القديمة. ويمكن تشجيع الأسرة على تدوير الأواني الزجاجية بدلاً من إلقائها في سلة المهملات عن طريق توفير حوافز مادية للأسرة لكل كيلو جرام من الزجاج وفي المقابل يتم فرض غرامات مالية على الأسرة التي تلقى بالزجاجات الفارغة في سلة المهملات. أو يمكن إتباع سياسة

التأمين القابل للاسترجاع *Refundable Deposit* وفقاً لتلك السياسة يتم دفع تأمين للمنتجات المعبأة في أواني زجاجية لصاحب المتجر ويتم استرجاع ذلك التأمين عند إعادة الأواني الزجاجية الفارغة لصاحب المتجر بالطبع بعد الانتهاء من استهلاك المنتجات التي كانت بها . وتعمل سياسة التأمين تلك على توفير حافز قوى على تدوير المخلفات الزجاجية.

ويعمل التأمين القابل للاسترجاع على خلق سوق للمنتجات المدورة *Recycled Products* وهى ميزة إضافية حيث يعمل ذلك السوق الناشئ على زيادة الطلب على الزجاج المدور بدلاً من الزجاج البكر مما يؤدى إلى زيادة المنافع البيئية. ووفقاً لإحصائيات عام 1995 في الولايات المتحدة الأمريكية تم تدوير 25% من الألومنيوم ونحو23% من الورق ونحو 8.5% من الزجاج.

علاوة على التأمين القابل للاسترجاع تلجأ بعض المجتمعات على إجبار المواطنين على عزل المخلفات القابلة للتدوير *Mandatory Separation* من باقي المخلفات التي يتم إلقاؤها في المهملات وتقوم البلدية أو أي جهة أخرى بتجميع تلك المخلفات القابلة للتدوير بصفة دورية ويتم فرض غرامات كبيرة إلى المخالفين من خلال حملات تفتيش عشوائية. أيضاً تلجأ بعض المدن في الولايات المتحدة الأمريكية على تشجيع المواطنين على تدوير عبوات الكوكاكولا الفارغة من خلال حوافز سعريه تبلغ نحو 15 سنت لكل عبوة فارغة يتم إعادتها للمتجر أو لمركز تجميع العبوات الفارغة في بعض الولايات.

٥-٧ أهمية الحفاظ على البيئة من التلوث

لقد ظن البعض إلى وقت قريب أن الحفاظ على البيئة وصيانة جودتها تعد من الأمور الكمالية التي لا يجب أن تشغل الدول النامية نفسها بها على عكس الدول الصناعية المتقدمة التي تهتم بجودة الحياة من ناحية والتنمية الصناعية بتلك الدول من ناحية أخرى لأن التنمية الصناعية غالباً ما يصاحبها تلوث للهواء والماء وكذلك تعتمد تلك التنمية على استخدام كثيف للمواد الكيماوية. ولكن ذلك الاعتقاد بدأ في التغير في السنوات الأخيرة فلقد تبين أن تدهورا بيئيا ضخما قد حدث في الدول النامية فشاهدت المناطق الريفية نحرا للتربة وتدهورا في جودة المياه على نطاق واسع، وكذلك اعتداءات على الأراضي الزراعية والغابات وتدهور في إنتاجية الأراضي الزراعية وكذلك تعرضت المناطق الحضرية في الدول النامية إلى تدهور خطير في جودة الهواء والماء. ولايعد الاهتمام بمشاكل البيئة وضرورة الحفاظ عليها في الدول النامية مجرد ضرورة للارتقاء بجودة الحياة فقط ولكن لأن ذلك يتعلق أيضاً بقضايا التنمية الاقتصادية والاجتماعية في الدول النامية. ويري البعض أن الاهتمام بمشاكل البيئة في البلاد النامية ليس مجرد ترف ولكنه في الواقع مسألة حياة أو موت.

وفي الواقع إن البيئة الجيدة تعد من الأصول الإنتاجية الهامة في مجتمع ما حيث تعتمد إنتاجية البيئة الطبيعية على قدرتها على دعم وإثراء الحياة البشرية من ناحية وكذلك على قدرتها على استيعاب المخلفات الضارة وتقليل الناتج من تلك المخلفات بقدر الإمكان من ناحية أخرى وتعتمد جودة الأصول البيئية مباشرة على كميات وأنواع المخلفات الناجمة عن النشاط الاقتصادي في مجتمع ما. وللأسف إن تلوث المياه في الدول النامية يؤدي إلى الكثير من الأمراض والوفيات في تلك الدول كما أن مشاكل الصرف الصحي وعدم كفاية محطات المعالجة يؤدي إلى التعرض لمخاطر العديد من الأمراض. كما أن التوسع الصناعي والزراعي في الدول النامية أدى إلى تلوث الأنهار ومصادر المياه بالكيماويات السامة والمعادن الثقيلة وكذلك فإن تسرب المواد الخطرة الناجمة عن المواقع الصناعية ودفن المخلفات يهدد مصادر المياه الجوفية في العديد من البلدان. وترى المنظمات الدولية[1] أن المحافظة على البيئة وتوفير المياه النظيفة من شأنه أن يؤدي إلى:

- تخفيض الوفيات بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 5 سنوات بسبب الإسهال بنحو 2 مليون طفل
- تخفيض حالات الإصابة بالإسهال سنوياً نحو 200 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بالديدان المستديرة بنحو 300 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بالانكلستوما بنحو 150 مليون حالة.
- تخفيض حالات الإصابة بديدان جيني بنحو 2 مليون حالة.

علاوة على ذلك فإن تلوث الهواء يمثل مشكلة كبرى في الدول النامية حيث تشير الإحصاءات[2] إلى أن 1.3 مليار نسمة من سكان العالم تعرضوا لمستويات مرتفعة من تلوثات الهواء في منتصف الثمانينات من القرن الماضي. وفي العديد من البلدان النامية ما زال معظم البنزين المستخدم من النوع المحتوي على الرصاص وهو ما يؤدي إلى معدلات تلوث بالرصاص مرتفعة.

وفي الواقع إن اهتمام الدول النامية بالتنمية الاقتصادية وتحقيق معدلات كبيرة من الإنتاج المادي قد أدى إلى إهمال المشاكل البيئية في السابق ولكن تلك الصورة بدأت في التغير نظراً للعلاقة الوثيقة بين البيئة النظيفة ومعدلات التنمية الاقتصادية في الدول النامية. وذلك لأن الدول النامية تعتمد على الصناعات الأولية بدرجة كبيرة مثل الزراعة واستخراج المعادن واستخراج البترول وخلافه. وبالتالي فإن تدهور الموارد البيئية سواء أكان ذلك في الزراعة أم في قطاع التعدين أم في قطاع البترول من شأنه تدمير الأصول الإنتاجية لتلك الدول. أما في الدول المتقدمة فإن قضايا البيئة تتعلق أساساً بصحة البشر وبجودة

[1] Field, B. "Environmental Economics: An Introduction", Second Edition, McGraw-Hill International, 1997.
[2] Field, B. "Environmental Economics: An Introduction", Second Edition, McGraw-Hill International, 1997.

الحياة كما أن التقدم التكنولوجي في البلاد المتقدمة أدى إلى انخفاض الأهمية النسبية للموارد الطبيعية بشكل عام.

مرة أخرى يجب التأكيد على أن قضايا البيئة في الدول النامية لها علاقة وثيقة بصحة الإنسان وبمعدلات التنمية الاقتصادية وكذلك بقضية التنمية المتواصلة وحق الأجيال القادمة في الحياة ونصيبها من الموارد البيئية المتاحة. وتعرف ممارسة ما أو طريقة إنتاج ما بأنها مستدامة إذا كانت لا تؤدى إلى تدهور إنتاجية الموارد البيئية الطبيعية على المدى الطويل وهي الموارد التي يعتمد عليها الدخل القومي للبلاد النامية. وبالطبع فإن التنمية المستدامة هي أساساً مرتكزة على الموارد المتجددة. فإذا كانت الموارد غير متجددة فإن استخدامها يؤدي مباشرة إلى عدم توفرها للأجيال المستقبله. وبالطبع فإن استخدام مورد غير متجدد مثل النفط يجب أن يكون بحذر بمعنى آخر يجب أن يتم استخراج النفط بمعدل صحيح أي ليس بمعدل سريع أو معدل بطيئ وكذلك يجب العمل على تحويل الثروة الطبيعية التي يمثلها النفط إلى ثروة رأسمالية طويلة العمر. أي أن الموارد النفطية للدول النامية يمكن تحويلها إلى أصول رأسمالية منتجة في المدى الطويل مما يساهم في استمرار معدلات معقولة للتنمية الاقتصادية في تلك الدول في نفس الوقت الذي تتناقص فيه معدلات استخراج النفط بها. ويجب التنويه هنا إلى أن الأصول الرأسمالية ليس المقصود بها رأس المال الفيزيقي فقط مثل الطرق والمصانع ولكن أيضاً رأس المال البشري متمثلاً في التعليم والمهارات والصحة وكذلك القدرات المؤسسية مثل النظام القضائي والمؤسسات العامة.

٥-٨ المواجهة التشريعية على المستوى الاتحادي لحماية البيئة من التلوث في دولة الإمارات العربية المتحدة

لا شك أن من أبرز القضايا المطروحة وأعقدها في العصر الحالي هي قضية الإنسان مع البيئة أو مع الوسط الذي يحيا فيه بعناصره الثلاثة الهواء والماء والتربة. فقد خلق الله هذا الوسط بمقادير محددة وصفات معينة تكفل حفظ توازنه وتمكن للإنسان وغيره من الكائنات الأخرى سبل الحياة الملائمة، وقد صور القرآن الكريم هذا الاتزان في البيئة بقوله تعالى " قد جعل الله لكل شيء قدراً"[١]، "وخلق كل شيء فقدره تقديراً"[٢]. إلا أن الإنسان في سعيه الدائم نحو إشباع حاجاته وتحسين مستوى معيشته وتحقيق خططه التنموية أوجد سواء بقصد أو بدون قصد مشكلة بينه وبين بيئته، نتيجة إخلاله بالتوازن الطبيعي بين عناصرها وتغييره الضار في موجوداتها سواء من حيث الكيف أو الكم أو الزمان أو المكان وسوء

---

(١) سورة الطلاق – الآية ٣.
(٢) سورة الفرقان – الآية ٢.

استغلاله لمواردها الطبيعية، انعكست بتأثيرها على صحته ورفاهيته التي سعى دائما إلى تحقيقها دون أدنى تدبر أو تفكر.

هذا الاختلال أو التغيير الضار في موجودات البيئة بفعل الإنسان أو ما اصطلح على تسميته "بالتلوث" أضحى من أخطر المشكلات والتحديات التي تواجه البشرية بعد أن تكشف للجميع أن تراكمات التلوث أصبحت تشكل خطراً على كافة مناحي الحياة التي يحياها الإنسان وعلى استقرار الحياة نفسها على هذا الكوكب. ولهذا ومنذ النصف الأخير من القرن العشرين ومع تزايد وتنوع أشكال ومظاهر التعديات التي تقع على البيئة إما بصورة مباشرة أو غير مباشرة، بدأ الاهتمام سواء على المستوى الدولي أو الإقليمي بحماية البيئة حيث أبرمت العديد من الاتفاقيات الدولية[1] والإقليمية[2].

بل ويمكن القول – كما ذهب البعض بحق – أنه لم يحدث على مر التاريخ أن تضامنت دول العالم المتقدمة والمتخلفة، الغربية والشرقية على هدف واحد مثلما تضامنت على وجوب المحافظة على البيئة وحمايتها.[3] وقد تبلور هذا التضامن في إعلان المبادئ الذي أسفر عنه مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٧٢ ويعرف بإعلان "ستوكهولم" والذي تمت الموافقة عليه بالإجماع[4]. وكذلك مؤتمر الأمم المتحدة بشأن التنمية الذي انعقد في "ريودي جانيرو" عام١٩٩٢ ويعرف باسم "مؤتمر قمة الأرض" والذي أكد على ضرورة قيام الدول بسن التشريعات البيئية الفاعلة وتطوير تشريعاتها الوطنية.

هذا الاهتمام العالمي والإقليمي بحماية البيئة صاحبه اهتمام على المستوى الوطني حيث قامت معظم دول العالم بسن التشريعات البيئية للحد من الإضرار بالبيئة والحفاظ عليها من مخاطر التلوث التي تهددها وذلك من خلال تنظيم نشاط الإنسان في علاقته بالبيئة وإيجاد الحلول والوسائل الكفيلة للحد من تدهورها.

وقد اهتمت دولة الإمارات العربية المتحدة، ومنذ السنوات الأولى لقيام الاتحاد، اهتماما بالغاً بمشكلات حماية البيئة. غير أن الاهتمام على المستوى الاتحادي انصب في البداية على الإدارة البيئية، عندما أصدر

---

(١) في مجال حماية البيئة البحرية الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط لندن، ١٩٥٤- اتفاقية الأمم المتحدة لأعالي البحار، جنيف، ١٩٥٨- الاتفاقيات الدولية لمنع التلوث من السفن، لندن،١٩٧٣- اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار، مونتجوباي، (جامايكا)، ١٩٨٢. وفي مجال حماية البيئة الهوائية: الاتفاقية الدولية بشأن حماية العمال من الإشعاعات المؤينة، جنيف ،١٩٦٠ – الاتفاقية الدولية بشأن حماية طبقة الأوزون ،فينا، ١٩٨٥- الاتفاقية الدولية للحماية من تلوث الهواء والضوضاء والاهتزازات، جنيف،١٩٧٧؛ وفي مجال حماية البيئة البرية: يمكن أن نذكر الاتفاقية الدولية الخاصة بالأراضي الرطبة ذات الأهمية العالمية، رامسار- إيران، ١٩٧١؛ الاتفاقية الدولية بشأن حماية التراث الثقافي والطبيعي العالمي ،باريس، ١٩٧٢.

(٢) في مجال حماية البيئة البحرية: اتفاقية حماية البحر المتوسط من التلوث، برشلونه، ١٩٧٦- اتفاقية حماية البيئة البحرية للخليج العربي، الكويت، ١٩٧٨- اتفاقية الحفاظ على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن، جدة، ١٩٨٢- وفي مجال حماية البيئة الهوائية: الاتفاقية الإقليمية بشأن تلوث الهواء الجوي بعيد المدى عبر الحدود، جنيف،١٩٧٩- الاتفاقية الكندية الأمريكية بشأن تغيير الطقس، ١٩٧٥- وفي مجال حماية البيئة البرية: الاتفاقية الأفريقية للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية، الجزائر، ١٩٦٨- الاتفاقية الأوروبية بشأن حفظ الأحياء البرية والحوائل الطبيعية، بون، ١٩٧٩.

(٣) د. نبيله عبد الحليم كامل، نحو قانون موحد لحماية البيئة، طبعة ١٩٩٣، دار النهضة العربية ، ص١٨.

(٤) ويعد هذا الإعلان ميثاقاً دولياً للحفاظ على البيئة بل ويمكن القول أنه يعد بداية انطلاقه حقيقية واسعة النطاق للحفاظ على البيئة.

مجلس الوزراء الاتحادي قراراً عام ١٩٧٥ بإنشاء اللجنة العليا لحماية البيئة تضم نخبة من كبار المسؤولين، إلا أن عدم توفر الإمكانيات المطلوبة مقارنة بالمهام الموكلة إليها حد كثيراً من فاعليتها. ثم صدر القانون رقم٧ لسنة ١٩٩٣ بإنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة، حيث منحها هذا القانون العديد من الإمكانيات والصلاحيات التي تمكنها من تحقيق الأهداف المرجوة ومنها إعداد مشاريع القوانين التي تكفل سلامة وحماية البيئة. أما بالنسبة لتزايد الحماية التشريعية للبيئة فإنه حتى عام١٩٩٩ لم يكن هناك في الدولة تشريع عام موحد شامل لحماية البيئة يسري على جميع الإمارات وإنما كانت هناك مجموعة من القوانين الاتحادية وردت بها بعض النصوص ذات الصلة الوثيقة بالمحافظة على البيئة. من ذلك يمكن أن نذكر قانون الصناعة الاتحادي لعام ١٩٨٣، وقانون المواصفات والمقاييس الاتحادي لعام ١٩٧٦، فضلا عن بعض الأوامر المحلية على مستوى الإمارات صدرت لحماية البيئة ولعل أهمها الأمر المحلي رقم ٦١لسنة١٩٩١ بشأن أنظمة حماية البيئة في إمارة دبي[1].

أمام ذلك وإيماناً من الهيئة الاتحادية للبيئة بأهمية وجود تشريع اتحادي متكامل يسري على جميع الإمارات المكونة للاتحاد يهتم بحماية وإيجاد حلول للمشاكل البيئية وللحد من الآثار الضارة لبعض مصادر تلوث البيئة قامت الهيئة الاتحادية للبيئة بإعداد مشروع قانون اتحادي بشأن حماية البيئة وتنميتها حيث تم التصديق عليه وإصداره عام ١٩٩٩ تحت رقم ٢٤. وقد عنيت المادة الثانية من هذا القانون ببيان الأهداف والأسس العامة التي قام عليها، حيث قررت أن الهدف من إصدار هذا القانون يتمثل في:

١. حماية البيئة والمحافظة عليها.
٢. مكافحة التلوث بأشكاله المختلفة.
٣. تنمية الموارد الطبيعية والحفاظ على التنوع الحيوي.
٤. حماية المجتمع وصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى من جميع الأنشطة والأفعال المضرة بيئياً.
٥. حماية البيئة في الدولة من التأثير الضار للأنشطة التي تتم خارج إقليم الدولة.
٦. تنفيذ الالتزامات التي تنظمها الاتفاقيات الدولية والإقليمية المتعلقة بالبيئة.

ويقع هذا القانون في مائة مادة ومادة[2] موزعة على تسعة أبواب، حيث جاء الباب الأول تحت عنوان التنمية والبيئة، وتناولت الأبواب من الثاني إلى الرابع حماية البيئة بجوانبها المختلفة وهي على التوالي

(١) الجريدة الرسمية لإمارة دبي ١٥يوليو ١٩٩١. وينطبق هذا الأمر على ثمانية مجالات: ١- أنظمة إعادة استخدام مياه الصرف والتخلص منها ومن حماة المجاري في التربة. ٢- أنظمة التخلص من المخلفات السائلة في المياه البحرية. ٣- أنظمة رقابة تلوث الهواء. ٤- أنظمة الصحة المهنية والسلامة. ٥- أنظمة المسابح. ٦- أنظمة سلامة لعب الأطفال. ٧- أنظمة مكافحة الضجيج . ٨- المحميات الطبيعية.

(٢) باستثناء المادة الأولى التي أوردت تعاريف لبعض الكلمات والعبارات والمادة الثانية التي عنيت ببيان أهداف القانون.

البيئة المائية، والهوائية، والتربة، وعنى الباب الخامس بتداول المواد والنفايات الخطرة والنفايات الطبية، والباب السادس بالمحميات الطبيعية، واهتم الباب السابع بتحديد سلطات الضبط القضائي والمسؤولية عن الأضرار البيئية، وتكفل الباب الثامن بالنص على العقوبات التي تقع على الأشخاص أو الجهات التي تخالف أحكام هذا القانون، أما الباب التاسع والأخير بعنوان أحكام ختامية فقد عالج موضوعات مختلفة مثل الرسوم، ونظام الحوافز، والفترة اللازمة للمنشآت القائمة لتوفيق أوضاعها.

وسوف نقتصر من خلال دراستنا هذه على بيان التدابير والأدوات أو الوسائل التي تم اللجوء إليها حفاظاً على البيئة وحمايتها وتحقيق الالتزام بأحكام قانون حماية البيئة الاتحادي وكذلك إلقاء الضوء على الهيئة الاتحادية للبيئة باعتبارها أهم هيئة في الإدارة البيئية تعمل على المستوى الاتحادي بدولة الإمارات العربية المتحدة.

٥- ٨-١ تدابير وأدوات حماية البيئة

تستخدم القوانين البيئية لحماية البيئة والحفاظ عليها عدة تدابير أو وسائل وأدوات بعضها وقائي والآخر ردعي لتحقيق الالتزام بأحكامها، وسوف نحاول إلقاء الضوء على أهم تلك التدابير والأدوات مع تحديد موقف القانون الاتحادي رقم٢٤ لسنة١٩٩٩ وتشمل هذه التدابير:

٥-٨-١-١ الرصد البيئي

يعد الرصد البيئي من التدابير الوقائية، لأن الهدف منه الوقاية من الأضرار البيئية في المستقبل وذلك من خلال إقامة شبكات للرصد البيئي تقوم على نحو دوري برصد مكونات البيئة وتسجيل كل تغير يطرأ عليها وكذلك رصد مصادر ملوثات البيئة ومراقبة اتجاهاتها ومستوياتها وتوفير البيانات والمعلومات للجهات المعنية على نحو يكفل اتخاذ التدابير الوقائية اللازمة في الوقت المناسب. وهو ما حض عليه مؤتمر الأمم المتحدة لعام ١٩٧٢ "مؤتمر ستوكهولم" في توصياته حيث نبه في أكثر من موضوع إلى أهمية إقامة أنظمة رصد ***Monitoring systems*** لمكونات البيئة ومصادر التلوث ومراقبتها وتقويم الآثار المحتملة لأي أنشطة يمكن أن يتسبب عنها تلوث البيئة[1]. وقد تنبه المشرع الإماراتي بالفعل

---

(١) بشأن نظم رصد ملوثات الهواء أنظر التوصية رقم٥٧ من مجموعة توصيات مؤتمر ستوكهولم لعام١٩٧٢، وبشأن البيئة البحرية التوصية رقم ٧٢ ، ٨٦ ، ٨٧/أ ، وبشأن التربة التوصية رقم ٢٠، والحياة البرية التوصية رقم٢٩. راجع د. أحمد

إلى أهمية وضع نظام وطني للرصد البيئي يسمح بالإنذار المبكر للجهات المعنية في حالات تهديد النظم البيئية، حيث أناط بالهيئة الاتحادية للبيئة بالتنسيق مع السلطات المختصة مهمة وضع هذا النظام[1]، وأوجب على شبكات الرصد البيئي إبلاغ الهيئة والسلطات المختصة والجهات المعنية بأي تجاوز للحدود المسموح بها لملوثات البيئة. كما ألزمها بتقديم تقارير دورية عن نتائج أعمالها.

٥-٨-١-٢ تقييم التأثير البيئي للمنشآت المطلوب الترخيص بها

ويقصد بهذا الإجراء دراسة وتحليل الجدوى البيئية للأنشطة والمشروعات التي قد تؤثر إقامتها أو ممارستها على سلامة البيئة قبل الترخيص بها. ويعد هذا الإجراء من الإجراءات الوقائية حيث يشترط – قبل منح الترخيص بالقيام أو بمزاولة النشاط – تحليل الآثار والنتائج البيئية المتوقعة للمشروع أو النشاط المقترح سواء على المدى القريب أو البعيد، وفي ضوء ذلك يتم منح أو رفض الترخيص. وقد أورد قرار مجلس الوزراء الاتحادي رقم٣٧ لسنة ٢٠٠١ بشأن نظام تقييم التأثير البيئي للمنشآت، قائمة بالمشاريع والمنشآت التي يلزم للترخيص بها تقديم دراسة تقييم الأثر البيئي ***Environmental Impact Assessment*** (E.I.A) واستلزم نفس الإجراء بالنسبة للتوسعات والتعديلات والتجديدات التي تجري في المنشآت القائمة التي حددها القرار. بل إن المشرع الإماراتي في حرصه على سلامة البيئة ذهب إلى أبعد من ذلك حيث استلزم في جميع الأحوال وقبل الترخيص بالإقامة أو تعديل مشروع أو نشاط أو أعمال بالدولة الحصول على تصريح بيئي. ويتم الحصول على هذا التصريح بناء على طلب يقدمه طالب الترخيص إلى الهيئة الاتحادية للبيئة أو السلطة المختصة المسؤولة عن إصداره في كل إمارة حسب الأحوال مشفوعاً ببعض المستندات حددها قرار مجلس الوزراء المشار إليه فيما أعلاه. حيث يتم دراسة الطلب في ضوء المستندات المقدمة. وفي ضوء ما تسفر عنه تلك الدراسة يتوقف منح التصريح والذي قد ينتهي: إما إلى الموافقة علي المشروع أو النشاط أو التعديل المقترح لعدم وجود آثار بيئية محتملة، أو إصدار التصريح البيئي بعد تنفيذ أو تعهد طالب التصريح بتنفيذ بعض الإجراءات أو التدابير البيئية – وإما إلى إرجاء البت في التصريح البيئي لحين تقديم طالب التصريح دراسة تقييم الأثر البيئي أو عدم الموافقة على منح التصريح البيئي مما يعني عدم إمكانية مزاولة أو إقامة أو تعديل المشروع أو النشاط المطلوب الترخيص بإقامته أو بمزاولته.

---

(١) مادة ١٣ من قانون حماية البيئة.

٥-٨-١-٣ وضع معايير ومقاييس تلوث البيئة

لا شك أنه من العسير – كما ذهب البعض بحق – حماية البيئة من التلوث حماية مطلقة، غير أنه من ناحية أخرى لا يمكن ترك تقدير كمية الملوثات المسموح بإطلاقها في البيئة للتقييم الشخصي[١]، فضلاً عن أن عمليات الرصد البيئي ستصبح بلا فائدة ما لم توضع مسبقاً معايير موضوعية ومقاييس ومستويات للملوثات توضح الحدود القصوى لكمية ونوعية الملوثات المسموح بتصريفها أو إخراجها في البيئة بحيث يعد تجاوزها إضراراً غير جائز بالبيئة[٢].

ولضمان فاعلية تلك المعايير والمقاييس في حماية البيئة يجب أن يراعى في وضعها ظروف الدولة الاقتصادية والجغرافية والاجتماعية، وأن تكون موضوعه وفقاً لأسس وطرق علمية، كما يجب أن تخضع لمراجعة وإعادة تقويم باستمرار استجابة لأي تغيرات بيئية. وقد أناط المشرع الإماراتي بالهيئة الاتحادية للبيئة بالتنسيق والتشاور مع السلطات المختصة وضع مقاييس ومعايير حماية البيئة مؤكداً على وجوب أن يراعى في تحديد تلك المقاييس والمعايير تحقيق التوازن بين الإمكانيات المتاحة وبين التكلفة الاقتصادية اللازمة لذلك وبما لا يخل بمتطلبات حماية البيئة ومكافحة التلوث[٣]. ولم يفت المشرع الإماراتي مراعاة حالات التصريف الاضطراري لملوثات البيئة بما يجاوز الحدود المسموح بها في الحالات الطارئة القهرية، حيث أجاز في مثل هذه الحالات عدم التقيد بالمقاييس والمعايير الموضوعة إذا كان الهدف هو حماية الأرواح أو ضمان سلامة المنشأة أو منطقة العمل[٤].

٥-٨-١-٤ توفيق أوضاع المنشآت القائمة في تاريخ العمل بالقانون

ويعد هذا التدبير من التدابير الوقائية المؤقتة. فمراعاة من جانب المشرع الإماراتي للمشروعات والمنشآت القائمة في تاريخ العمل بالقانون الاتحادي لحماية البيئة واستشعاره لمدى حاجتها إلى مهله لتوفيق أوضاعها مع أحكام القانون، قرر منح هذه المشروعات والمنشآت فترة أو مهلة لتوفيق أوضاعها مع أحكام القانون لا تجاوز سنة من تاريخ العمل باللائحة التنفيذية للقانون [٥]، وبما يتفق مع المعايير والمقاييس البيئية الموضوعة من قبل الهيئة الاتحادية للبيئة.

---

(١) أنظر د. ماجد الحلو، قانون حماية البيئة، الطبعة الثانية، ١٩٩٧، ص٣٨.
(٢) أنظر د. أحمد عبد الكريم سلامة، المرجع السابق ص٨٩ وما بعدها، ص٢٦٢ وما بعدها.
(٣) راجع المادة ١٠ من قانون حماية البيئة.
(٤) راجع المادة ١١ من قانون حماية البيئة لسنة١٩٩٩.
(٥) مع إمكانية مد هذه المدة لمدة لا تجاوز عاما أخر بقرار من الهيئة الاتحادية للبيئة إذا دعت الضرورة لذلك أو كان للمد مبرر تقبله الهيئة راجع مادة ٩٨ من قانون حماية البيئة.

ومن ناحية أخرى، أوجب المشرع على بعض المشروعات والمنشآت[1] بأن تقدم خلال نفس الفترة المشار إليها فيما أعلاه بياناً متكاملاً عن نشاطها للهيئة الاتحادية للبيئة على أن يتضمن هذا البيان اقتراحاتهم بشأن التدابير والإجراءات الواجب اتخاذها لكي تتوافق عمليات المنشأة أو المشروع مع المعايير البيئية المطلوبة، بحيث يجب على الهيئة خلال مدة لا تجاوز ستة أشهر من تقديم هذا البيان أن تقرر التدابير والإجراءات الواجب اتخاذها من قبل صاحب المشروع أو المنشأة.

٥-٨-١-٥ المتابعة الدورية

ويعد هذا التدبير من التدابير الوقائية، وذلك للتحقق من مدى التزام الأفراد والمنشآت والمشاريع بالمعايير والمواصفات والمقاييس البيئية، خاصة تلك المصرح لها بتصريف المخلفات أو النفايات السائلة بعد معالجتها في البيئة أو المجاري المائية. حيث تسمح المتابعة بالتأكد من أن المخلفات تمت معالجتها طبقاً للمواصفات والمعايير المعتمدة وأن نسبة التلوث لا تتعدى الحدود المسموح بها. وهو ما حرص المشرع الإماراتي التأكيد عليه حيث أعطى للهيئة الاتحادية للبيئة والسلطات المختصة الحق في أخذ عينات من المخلفات أو النفايات السائلة المعالجة من المنشآت التي رخص لها بالصرف في البيئة المائية وذلك للتأكد من مطابقة نتائج التحاليل مع المواصفات المعتمدة.[2]

كذلك حرصاً من جانب المشرع الإماراتي على سلامة مياه الشرب فقد أخضع خزاناتها وتوصيلاتها لفحص دوري سنوي من جانب السلطات المختصة، وأوجب على صاحب المبنى أو المنشأة إذا ما ثبت من الفحص الدوري عدم صلاحيتها الالتزام بالتعليمات التي توجه إليه في هذا الخصوص وإلا فإن للسلطة المختصة الحق في القيام بالإصلاحات المطلوبة على نفقته[3].

٥-٨-١-٦ حظر الإتيان ببعض الأفعال والأنشطة

ويعد هذا التدبير أو الإجراء من أهم التدابير الوقائية التي يلجأ إليها المشرع لوقاية البيئة من الأنشطة التي تمثل وفق تقديره إضراراً بالبيئة. والحظر إما أن يكون حظراً مطلقاً أو حظراً نسبياً، ويقصد

(١) وقد أحال المشرع على اللائحة التنفيذية تحديدها. راجع مادة ٩٧ من قانون حماية البيئة.
(٢) راجع المادة ٣٨ من قانون حماية البيئة.
(٣) راجع المادة ٤١ من قانون حماية البيئة.

بالحظر المطلق منع الإتيان ببعض الأفعال والأنشطة منعاً باتاً بحيث لا يجوز حتى الترخيص بممارسته[1]، أما الحظر النسبي فهو يعني حظر القيام بالنشاط بدون ترخيص من الجهات المختصة.

والأمثلة على ذلك كثيرة في قانون حماية البيئة الإماراتي:

في مجال حماية البيئة البحرية:

- حظر القانون على الوسائل البحرية[2] أيا كانت جنسيتها تصريف أو إلقاء الزيت أو المزج الزيتي في البيئة البحرية[3].
- كما حظر على الجهات أو الشركات المصرح لها باستكشاف أو استخراج أو استغلال حقول النفط والغاز البرية أو البحرية تصريف أي مادة ملوثة ناتجة عن تلك الأنشطة في البيئة المائية أو المنطقة البرية المجاورة لمباشرة الأنشطة المشار إليها، ما لم يتم استخدام الوسائل الآمنة التي لا يترتب عليها الإضرار بالبيئة المائية والبرية ومعالجة ما يتم تصريفه من نفايات ومواد ملوثة[4].
- كذلك حظر القانون على الوسائل البحرية التي تحمل مواد خطرة أو ضارة إلقاؤها أو تصريفها أو إغراقها في البيئة البحرية[5].
- وحظر أيضاً على الوسائل البحرية والمنشآت البحرية تصريف مياه الصرف الصحي[6] أو إلقاء القمامة في البيئة البحرية[7].
- وبالنسبة للتلوث من مصادر برية حظر القانون على جميع المنشآت تصريف أو إلقاء أي مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في البيئة المائية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة[8].

---

(1) أنظر د. ماجد الحلو، المرجع السابق، ص٩٦ وما بعدها.

(2) يقصد بالوسائل البحرية في مفهوم قانون حماية البيئة لسنة ١٩٩٩، كل وسيلة تعمل أو تكون معده للعمل في البيئة البحرية وذلك دون اعتبار لقوتها أو حمولتها أو الغرض من ملاحتها ويشمل ذلك السفن والقوارب التي تسير على الزلاقات والمركبات التي تسير على وسادة هوائية فوق سطح الماء أو التي تعمل تحت سطح الماء والقطع العائمة والمنصات البحرية المثبتة أو العائمة والطائرات المائية.

(3) راجع المادة ٢١ من قانون حماية البيئة.

(4) راجع المادة ١٨ من قانون حماية البيئة.

(5) راجع المادة ٢٧، ٣١ من قانون حماية البيئة.

(6) راجع المادة ٣٢ من قانون حماية البيئة.

(7) راجع المادة ٣٤ من قانون حماية البيئة.

(8) راجع المادة ٣٥ من قانون حماية البيئة.

في مجال حماية البيئة الهوائية

- حظر القانون إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والنفايات الصلبة في غير الأماكن المخصصة لذلك[١].
- كما حظر رش أو استخدام المبيدات أو أية مركبات كيماوية أخرى لأغراض الزراعة أو الصحة العامة أو غير ذلك إلا بعد مراعاة الشروط والضمانات المحددة[٢].
- حظر التدخين في وسائل النقل العام أو المصاعد[٣].

في مجال حماية التربة

- حظر القانون القيام بأي نشاط من شأنه التأثير على خواص التربة الطبيعية أو تلويثها على نحو يؤثر في قدرتها الإنتاجية[٤].
- كما حظر مباشرة أي نشاط من شأنه أن يضر بكمية أو نوعية الغطاء النباتي في أية منطقة مما يؤدي إلى التصحر أو تشوه البيئة الطبيعية[٥].
- كذلك حظر قطع أو اقتلاع أو إضرار أية شجرة أو شجيرة أو أعشاب إلا بتصريح من الجهات المعنية[٦].

في مجال تداول المواد والنفايات الخطرة والنفايات الطبيعية:

خصص المشرع لها باباً مستقلاً في قانون حماية البيئة حيث يتناول ما يلي:

- حظر القانون تداولها أو التعامل فيها[٧] أو إقامة منشآت بغرض معالجتها[٨] بغير ترخيص من السلطات المختصة.
- حظر على أية جهة عامة أو خاصة أو أي شخص طبيعي استيراد أو جلب أية نفايات خطرة أو نووية أو دفنها أو تخزينها أو التخلص منها بأي شكل في بيئة الدولة[٩].

(١) راجع المادة ٥٠ من قانون حماية البيئة.
(٢) راجع المادة ٥١ من قانون حماية البيئة.
(٣) راجع المادة ٥٧ من قانون حماية البيئة.
(٤) راجع المادة ٤٣ من قانون حماية البيئة.
(٥) راجع المادة ٤٤ من قانون حماية البيئة.
(٦) راجع المادة ٤٤ من قانون حماية البيئة.
(٧) راجع المادة ٥٨ من قانون حماية البيئة.
(٨) راجع المادة ٥٩ من قانون حماية البيئة.
(٩) راجع المادة ١/٦٢ ، ٢ من قانون حماية البيئة.

- حظر (بغير تصريح كتابي مسبق من الهيئة الاتحادية للبيئة) مرور الوسائل البحرية أو الجوية أو البرية التي تحمل النفايات الخطرة أو النووية في البيئة الإماراتية[1].

في مجال المحميات الطبيعية:

خصص لها بابا مستقلاً يشتمل على حرص المشرع الإماراتي وبعد أن أعطى للسلطات المختصة صلاحية تحديد الأعمال والأنشطة المحظورة في المناطق المحمية على إيراد طائفة من الأعمال قدر خطورتها بالنسبة لتلك المناطق حتى لا يترك مجالاً للتقدير والاجتهاد بشأنها فصلب النص بصلب القانون في حظر القيام بها سواء بصورة مطلقة أو نسبية[2].

في مجال الحماية من التلوث الإشعاعي:

حظر القانون أن يزيد مستوى النشاط الإشعاعي أو تركيزات المواد المشعة في الهواء والماء والغذاء والتربة عن الحدود المسموح بها[3].

٥-٨-١-٧ الإلزام بالقيام بأعمال وأنشطة معينة لحماية البيئة

في الأسلوب السابق تمثل تدبير الحماية في منع الإتيان بأفعال وأنشطة معينة قدر المشرع خطورتها بالنسبة للبيئة أو يمثل القيام بها إضراراً بالبيئة. أما في هذا الأسلوب، وهو أسلوب وقائي أيضا، تتمثل الحماية في إلزام الأفراد أو الهيئات أو المنشأة بالقيام بعمل إيجابي معين لحماية البيئة والحفاظ عليها من التلوث. والأمثلة على ذلك كثيرة في قانون حماية البيئة الإماراتي نذكر منها:

في مجال حماية البيئة البحرية:

- أوجب القانون على كل وسيلة بحرية تدخل البيئة البحرية الإماراتية أن تكون مجهزة بالمعدات اللازمة للقيام بعمليات المكافحة أثناء حدوث تلوث مصدره الوسيلة البحرية نفسها[4]، وفي حالة ما

(١) راجع المادة ٣/٦٢ من قانون حماية البيئة.
(٢) بشأن هذه الأعمال والأنشطة راجع المادة ٦٤من قانون حماية البيئة.
(٣) راجع المادة ٩١ من قانون حماية البيئة.
(٤) راجع المادة ٢٦ من قانون حماية البيئة.

إذا كانت تحمل مواد خطره أو زيتا أن تكون مزودة بسجل (شحن أو زيت) يدون فيه جميع العمليات المتعلقة بالشحن أو الزيت[1] .

- كما ألزم ربان السفينة أو المسؤول عنها، التي تحمل مواد خطره أو زيت في حالة وقوع حادث، باتخاذ الإجراءات اللازمة للحماية من آثار التلوث، وتنفيذ أوامر مفتشي الجهات الإدارية ومأموري الضبط القضائي في هذه الحالة[2] .
- وفي حالة وقوع حادث نجم عنه تسرب للزيت في البيئة البحرية للدولة أوجب القانون على المسؤولين عن الوسيلة البحرية أو عن وسيلة نقل الزيت أو في الجهات العاملة في استخراج الزيت أن يبادروا فوراً إلى إبلاغ هيئات الموانئ وحرس الحدود والسواحل وغيرها من السلطات المختصة مع بيان ظروف الحادث ونوع المادة المتسربة والإجراءات التي اتخذت لإيقاف التسرب أو الحد منه[3] .
- كما أوجب القانون على ربان كل وسيلة بحرية تحمل مواد خطرة تدخل موانئ الدولة الإبلاغ عن تلك المواد من حيث نوعها وكميتها وأماكن تواجدها على الوسيلة البحرية ومصادر شحنها وجهات تفريغها[4].

في مجال البيئة الهوائية:

- ألزم القانون جميع الجهات والأفراد عند تشغيل الآلات والمعدات وآلات التنبيه ومكبرات الصوت بعدم تجاوز الحدود المسموح بها لشدة الصوت[5].
- كما ألزم أيضاً جميع الجهات والأفراد عند القيام بأعمال التنقيب أو الحفر أو البناء أو الهدم أو نقل ما ينتج عن ذلك من نفايات أو أتربة اتخاذ الاحتياطات اللازمة أثناء هذه الأعمال[6].
- كذلك ألزم القانون المنشآت والمؤسسات باتخاذ الاحتياطات والتدابير التي تضمن عدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل إلا في الحدود المسموح بها[7].
- كما أوجب عند إحراق أي نوع من أنواع الوقود أو غيره، سواء كان في أعمال البحث أو الاستكشاف أو استخراج وإنتاج النفط أو في أغراض الصناعة وتوليد الطاقة، أو أي غرض

---

(1) راجع المادة ٢٥، ٢٨ من قانون حماية البيئة.
(2) راجع المادة ٢٢ ، ٣٠ من قانون حماية البيئة .
(3) راجع المادة ٢٤ من قانون حماية البيئة.
(4) راجع المادة ٢٩ من قانون حماية البيئة.
(5) راجع المادة ٥٤ من قانون حماية البيئة.
(6) راجع المادة ٥٢ من قانون حماية البيئة.
(7) راجع المادة ٥٥ من قانون حماية البيئة.

تجاري آخر، أن يكون الدخان والغازات والأبخرة الناتجة في الحدود المسموح بها، مع إلزام المسؤول عن هذا النشاط باتخاذ جميع الاحتياطات لتقليل كمية الملوثات في نواتج الاحتراق[١].

في مجال تداول وإنتاج المواد الخطرة:

- ألزم القانون القائمين عليها باتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لضمان عدم حدوث أية أضرار بالبيئة[٢]، كما أوجب على صاحب المنشأة التي ينتج عن نشاطها نفايات خطرة الاحتفاظ بسجل لهذه النفايات وكيفية التخلص منها والجهات المتعاقد معها لتسلم هذه النفايات[٣].

٥-٨-١-٨ نظام الحوافز

يعد نظام الحوافز من الأدوات التي تستخدمها القوانين البيئية لتشجيع الأفراد والمنشآت على الالتزام بأحكامها. ويقصد بهذا النظام منح بعض المزايا المادية أو المعنوية لمن يقوم بأعمال أو مشروعات من شأنها الحفاظ على البيئة، مثال ذلك منحه مساعدة مالية أو إعفاؤه من ضريبة أو رسوم معينة كالإعفاء من الرسوم المستحقة عند شراء أو استيراد الماكينات أو الآلات التي تحمي البيئة.

وتقديراً من المشرع الإماراتي لمثل هذا النظام، وفاعليته في بعض الأحيان، حرص على النص عليه في صلب القانون وأناط بمجلس إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة إصدار مثل هذا النظام[٤].

٥-٨-١-٩ المساءلة الجنائية

ويعد هذا التدبير من التدابير القمعية، ذلك أنه لا يكفي في الواقع لدرء التلوث والحفاظ على البيئة مجرد فرض مجموعة من المحظورات والواجبات أو الالتزامات حيث إن الأفراد والمنشآت في سعيها الدائم نحو تحقيق مصالحهم الذاتية أو الشخصية قد لا يعيرون لتلك المحظورات والواجبات اهتماما وذلك بالنظر للمكاسب التي يمكن أن تعود عليها من وراء النشاطات المنتجة للتلوث[٥]. ولهذا كان من الضروري تزويد قوانين البيئة بجزاءات جنائية أو بمعنى آخر تجريم الصور المختلفة لأفعال الاعتداء على البيئة لقمع وردع الخارجين على أحكامها. وقد تنبه المشرع الإماراتي إلى أهمية الدور الذي تلعبه الجزاءات الجنائية في تحقيق الالتزام بما فرضه قانون حماية البيئة. حيث قام بتجريم الصور المختلفة

---

(١) راجع المادة ٥٣ من قانون حماية البيئة.
(٢) راجع المادة ١/٦١ من قانون حماية البيئة.
(٣) راجع المادة ٢/٦١ من قانون حماية البيئة.
(٤) راجع المادة ٩٦ من قانون حماية البيئة.
(٥) في هذا المعنى أنظر د. ماجد الحلو ، المرجع السابق ، ص١٠٧.

للأفعال التي تقع بالمخالفة لأحكامه، وتنوع في صور العقاب الجنائي ودرجته حسب جسامة وخطورة المخالفة من حيث آثارها الضارة على البيئة. وحرص في العديد من الجرائم البيئية إلى جانب زيادة قيمة الغرامة[1] أن يضيف إليها عقوبة سالبة للحرية سواء الحبس أو السجن لتكون رادعاً حقيقياً للمتسببين في تلوث البيئة حيث ثبت من الناحية العملية قصور الغرامة فيما لو فرضت وحدها عن تحقيق مثل هذا الغرض. بل وجعل العقوبة يمكن أن تصل إلى حد الإعدام في حالة استيراد أو جلب مواد أو نفايات نووية أو دفنها أو إغراقها أو تخزينها أو التخلص منها بأي شكل في بيئة الدولة[2].

ولم يفت المشرع الإماراتي تشديد العقوبة على كافة الجرائم المنصوص عليها في قانون حماية البيئة في حالة العود أو تكرار ارتكاب الجريمة[3]. غير أن المشرع الإماراتي من ناحية أخرى راعى حالات التلوث الاضطرارية أو الناجمة عن حوادث فجائية حيث قرر عدم سريان العقوبات التي نص عليها في قانون حماية البيئة لمخالفة أحكامه على حالات التلوث الناجمة عن:

١- تأمين سلامة الوسيلة البحرية أو سلامة الأرواح عليها.
٢- التفريغ الناتج عن عطب بالوسيلة البحرية أو أحد أجهزتها بشرط ألا يكون قد تم عن إهمال.
٣- كسر مفاجئ في خط أنابيب يحمل الزيت أو المزيج الزيتي أثناء عمليات التشغيل أو أثناء الحفر أو استكشاف أو اختبار الآبار، بدون إهمال في رقابة الخطوط أو صيانتها.

الإدارة البيئية " الهيئة الاتحادية للبيئة"

تنبهت دولة الإمارات العربية المتحدة ومنذ السنوات الأولى لقيام الاتحاد كما أشرنا من قبل إلى أهمية وجود إدارة بيئية أو جهة متخصصة في مجال البيئة تعمل على المستوى الاتحادي تتولى وضع السياسات والخطط والمعايير اللازمة للمحافظة على البيئة ومكافحة التلوث بكافة أشكاله، حيث قام مجلس الوزراء الاتحادي في عام ١٩٧٥ بإنشاء اللجنة العليا للبيئة برئاسة وزير الصحة تتبع مجلس الوزراء مباشرة وضمت في عضويتها نخبة من كبار المسؤولين في الوزارات الاتحادية والدوائر الحكومية المحلية.

---

(١) والتي تصل إلى مليون درهم في بعض المخالفات كما في حالة قيام الوسائل البحرية بتصريف الزيت (مادة ٢١) أو المواد الخطرة(ماده٢٧) أو المواد الضارة (ماده٣١) في البيئة البحرية، وكذلك في حالة جلب نفايات خطرة أو دفنها أو إغراقها أو تخزينها في بيئة الدولة (مادة ١/٦٢) أو مرور إحدى وسائل النقل تحمل تلك النفايات الخطر أو النووية بالبيئة الإماراتية دون الحصول على تصريح بذلك. بل وجعل المشرع الغرامة يمكن أن تصل إلى عشرة ملايين درهم وذلك في حالة ما إذا تعلق الحلب أو الدفن أو الإغراق أو التخزين بنفايات نووية(ماد ٢/٦٢)

(٢) راجع المادة ٢/٧٣ من قانون حماية البيئة.

(٣) راجع المادة ٨٨ من قانون حماية البيئة.

إلا أن مجموعة من العوامل أسهمت في التأثير على أداء هذه اللجنة أعاقتها عن تحقيق كل الأهداف التي كانت مرجوة من وراء إنشائها(1). وقد صدر في الرابع من فبراير عام ١٩٩٣ القانون الاتحادي رقم ٧ لسنة ١٩٩٣ بإنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة(2). وقد أنشئت الهيئة بغرض تقوية الإدارة البيئية على المستوى الاتحادي إيماناً بأهميتها في وضع وتطوير التشريعات البيئية أو النهوض بها، وبفاعليتها في وضع خطط العمل اللازمة لتنفيذ السياسة البيئية على مستوى الدولة والتنسيق بين الجهات المعنية بالبيئة في الدولة لمنع الازدواجية والتداخل في الاختصاصات، والانتباه إلى وجوب قيام العمل البيئي على أسس تواكب التحديات البيئية الجديدة خاصة بعد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة" مؤتمر قمة الأرض" الذي انعقد في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢.

٥-٨-٢-١ طبيعة وأهداف واختصاصات الهيئة الاتحادية للبيئة

أولاً: الطبيعة القانونية للهيئة الاتحادية للبيئة

تعتبر الهيئة الاتحادية للبيئة هيئة عامة قومية أو شخصا معنويا عاما قوميا، ومن ثم فإنها تتمتع باستقلال مالي وإداري وبقدر من امتيازات السلطة العامة تمكنها من أداء المهمة التي أوكلت إليها وهي الحفاظ وحماية البيئة على المستوى الاتحادي، كما أن أموالها تعتبر أموالا عامة(3). ويقصد بكونها هيئة قومية أن نشاطها ليس قاصرا على إمارة معينة أو على جزء من إقليم الدولة وإنما يمتد إلى جميع أرجاء الدولة، بمعنى آخر تختص بشؤون البيئة على المستوى الاتحادي. كما يقصد بتمتعها باستقلال مالي وإداري استقلال ذمتها المالية عن ذمة الدولة واستقلالها نسبياً في إدارة الشأن البيئي الموكول إليها(4)، وكذا استقلال موظفيها بنظام وظيفي مغاير بعض الشيء من نظام موظفي الدولة رغم اعتبارهم من الموظفين العموميين(5). وقد حرص المشرع الإماراتي على تأكيد تمتع الهيئة بامتيازات السلطة حيث نص في المادة ٢٣ من قانون الإنشاء على أن قرارات الهيئة في مجال اختصاصها تكون ملزمة للجهات المعنية داخل الدولة.

(١) لمزيد من التفاصيل بشأن هذه المعوقات انظر ٧ سنوات من أجل بيئة الإمارات، إصدارات الهيئة الاتحادية للبيئة ص١ وما بعدها.
(٢) المعدل بمقتضى القانون رقم ٣٠ لسنة ٢٠٠١ الصادر في ٢١ نوفمبر ٢٠٠١.
(٣) وهو ما أكدت عليه المادة ١٩ من قانون إنشاء الهيئة.
(٤) فهو ليس استقلالا تاما إذ تعمل تحت إشراف مجلس الوزراء حيث الحقت به المادة الثانية من القانون.
(٥) راجع المادة ٢٢ من قانون الإنشاء.

ثانياً: أهداف الهيئة الاتحادية للبيئة

أجابت عن هذا التساؤل المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة حيث حددت الأهداف التي وقفت وراء إنشاء الهيئة فيما يلي:

١- حماية وتطوير البيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة.
٢- وضع الخطط والسياسات اللازمة للمحافظة على البيئة من الآثار الضارة الناجمة عن الأنشطة التي تؤدي إلى إلحاق الضرر بالصحة البشرية والمحاصيل الزراعية والحياة البرية والبحرية والموارد الطبيعية الأخرى والمناخ.
٣- تنفيذ الخطط والسياسات المشار إليها فيما أعلاه واتخاذ جميع التدابير والإجراءات المناسبة لوقف تدهور البيئة ومكافحة التلوث البيئي بجميع أشكاله ومنعه والحد منه لصالح الأجيال الحاضرة والمستقبلة.

اختصاصات وصلاحيات الهيئة الاتحادية للبيئة

حددت المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة الاتحادية للبيئة الصلاحيات والأعمال والأنشطة التي يمكن للهيئة ممارستها أو القيام بها بالتعاون والتنسيق مع الجهات المعنية في سبيل تحقيق الأهداف المرجوة من وراء إنشائها.

وتتمثل أهم تلك الاختصاصات والصلاحيات فيما يلي:

١. إعداد مشروعات القوانين والتشريعات والنظم التي تحقق سلامة وحماية وتطوير البيئة.
٢. بحث ودراسة واقتراح الخطط والسياسة العامة لشؤون البيئة على مستوى الدولة.
٣. إجراء أو الإشراف على إجراء أبحاث ودراسات شاملة عن التلوث ومراقبة آثاره السلبية على الصحة والبيئة واتخاذ جميع الإجراءات الوقائية والوسائل اللازمة الممكنة للحد من التلوث البيئي بجميع أشكاله.
٤. وضع الأسس اللازمة لربط الاعتبارات البيئية بسياسة التخطيط والتنمية على مستوى الدولة.
٥. مراقبة الأنشطة العامة والخاصة التي تؤثر بشكل سلبي على نوعية البيئة، ودراسة المشروعات ذات الأثر السلبي على البيئة قبل الترخيص بها.
٦. الاهتمام بتنمية وتطوير الحياة الفطرية والمحميات الطبيعية.

٧. دراسة طبيعة التربة والمياه والطاقة، واقتراح وسائل المحافظة عليها من التدهور وانخفاض كفاءتها، وذلك عن طريق وضع الضوابط اللازمة للحد من سوء استخدامها أو استنزافها والتركيز على دراسة المياه الجوفية والمناطق الصحراوية والحد من التصحر.
٨. وضع وتطوير الإجراءات الوقائية الخاصة بالحد من التلوث البحري.
٩. إنشاء مختبر مركزي للبيئة، وتوفير الكادر الفني والمعدات اللازمة لتشغيله.
١٠. تحديد ومراقبة الضوابط والحدود المسموح بها لتركيز المواد المشعة في الماء والهواء والتربة والغذاء.
١١. زيادة وتطوير الوعي البيئي.
١٢. وضع الأساليب المناسبة للتنبؤ والحد من الكوارث الطبيعية(١).

٥-٨-٢-٢ إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة

أولا: تشكيل مجلس إدارة الهيئة ونظام العمل به

يقوم على إدارة الهيئة مجلس إدارة منحه القانون صلاحيات واسعة. وفقاً لنص المادة الخامسة من القانون يتولى إدارة الهيئة مجلس إدارة برئاسة وزير الصحة وعضوية أربعة عشر عضواً (٢)، ويصدر بتشكيل هذا المجلس وتحديد مكافأة أعضائه قرار من مجلس الوزراء بناءً على اقتراح وزير الصحة. ولم يشترط القانون في أعضاء المجلس سوى أن يكونوا من المعنيين بشؤون الصحة العامة والبيئة والتنمية. وقد حدد القانون مدة مجلس الإدارة بثلاث سنوات من تاريخ القرار الصادر بتشكيله، ولمواجهة حالات غياب رئيس المجلس قرر المشرّع قيام المجلس باختيار أحد أعضائه نائباً للرئيس يحل محله في حالة غيابه. وقد أوجب المشرّع ألا تقل اجتماعات المجلس العادية عن أربع مرات في العام وتكون دعوة المجلس لمثل هذه الاجتماعات بدعوة من رئيسه. ويجوز دعوة المجلس لاجتماع غير عادي بناءً على طلب رئيس المجلس أو أربعة من أعضائه. وهناك نصاب قانوني يجب أن يتحقق حتى تكون اجتماعات المجلس صحيحة وهو حضور الأغلبية المطلقة أي أكثر من نصف عدد أعضائه على أن يكون من بينهم الرئيس أو نائبه. وتصدر قرارات المجلس بالأغلبية المطلقة لأصوات الأعضاء الحاضرين، وعند تساوي الأصوات يُرجّح الجانب الذي فيه رئيس الجلسة. ويجوز للمجلس أن يشكل من بين أعضائه ومن غيرهم لجنة يُعهد إليها الإشراف على تنفيذ خطط وسياسات

(١) بشأن باقي الاختصاصات الأخرى للهيئة الاتحادية للبيئة راجع المادة الرابعة من قانون إنشاء الهيئة – كما أضاف قانون حماية البيئة رقم ٢٤ لسنة ١٩٩٩م إلى الهيئة العديد من الاختصاصات.
(٢) وذلك بعد تعديلها بمقتضى القانون رقم ٣٠ لسنة ٢٠٠١م السابق الإشارة إليه.

الهيئة أو بعض الاختصاصات الأخرى التي يرى أن يُعهد بها إلى هذه اللجنة. كما يجوز له، أن يُؤلّف بالهيئة لجاناً متخصصة مؤقتة أو دائمة حسبما تقتضيه المصلحة العامة. ويصدر بتشكيل هذه اللجان وتحديد اختصاصاتها وواجباتها ومكافأة أعضائها وتنظيم سير العمل بها قرار من رئيس المجلس.

ثانيا: صلاحيات واختصاصات مجلس إدارة الهيئة الاتحادية للبيئة

جعل المشرّع مجلس إدارة الهيئة هي السلطة المختصة بإصدار القرارات والتعليمات في جميع المسائل التي تختص بها الهيئة. ويتولى المجلس على الأخص ما يأتي:

١. وضع خطط وسياسات الهيئة والإشراف على تنفيذها بما يحقق أغراض الهيئة.
٢. إعداد مشروع الميزانية السنوية للهيئة ومشروع الحساب الختامي لها.
٣. إعداد اللائحة الداخلية واللائحة المالية ولائحة العقود والمخازن للهيئة.
٤. إعداد مشروع الهيكل التنظيمي للهيئة وتحديد اختصاصات الوحدات الرئيسية والفرعية بها، ويصدر به قرار من مجلس الوزراء.
٥. إعداد توصيف جميع الوظائف في الهيئة.
٦. إعداد لائحة شئون العاملين في الهيئة، ويصدر بها قرار من مجلس الوزراء.
٧. الموافقة على العقود والاتفاقات التي تقرر حقوقاً للهيئة أو ترتب التزامات عليها.
٨. الموافقة على قبول الهبات والمساعدات التي تقدم للهيئة بشرط ألا تتعارض مع أهداف الهيئة.
٩. النظر في كل ما يرى رئيس المجلس عرضه من مسائل تدخل في اختصاص الهيئة.
١٠. الاختصاصات الأخرى المنصوص عليها في قانون إنشاء الهيئة[1].

(١) وقد أضاف قانون حماية البيئة رقم ٢٤ لسنة ١٩٩٩م لمجلس إدارة الهيئة بعض الاختصاصات من ذلك: وضع نظام للحوافز التي تقدم للمؤسسات والهيئات والمنشآت والأفراد ممن يقومون بأعمال أو مشروعات من شأنها حماية البيئة – مد الفترة الممنوحة للمشروعات والمنشآت القائمة لتوفيق أوضاعها طبقا لأحكام قانون حماية البيئة، أنظر فيما سبق، ص١٢، ٢٢.

قائمة المصادر والمراجع

- زين الدين عبد المقصود: البيئة والإنسان : دراسة في مشكلات الإنسان مع البيئة. منشأة المعارف بالإسكندرية ، الطبعة الثانية ١٩٩٧.
- علي علي البنا: التنمية وصيانة الموارد الطبيعية (ندوة الجغرافيا والتخطيط البيئي) ، الكويت ٢٠ ، ٢٢ أبريل ١٩٩٨.
- منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) : تقرير حالة الأغذية والزراعة ١٩٧٧.
- علي علي البنا و زين الدين عبد المقصود : كيف ننقذ العالم : إستراتيجية عالمية لصيانة الموارد. الكويت ١٩٨٦.
- على على البنا: المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية (نماذج دراسية في الجغرافيا التطبيقية). دار الفكر العربي ٢٠٠٠.
- فوزية محمد أحمد الرويح : موارد الأرض الطبيعية. لجنة التأليف و التعريب و النشر بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت، و الجمعية الجغرافية الكويتية ، مجلس النشر العلمي ١٩٩٩.
- سمير أحمد عوض : الثروة المعدنية في العالم العربي . دار المريخ الرياض ١٩٨٦.
- النفط ومصادر الطاقة البديلة. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. إبريل ١٩٩٧. التقرير السنوي الثالث . الكويت.
- محمد العودات : مشكلات البيئة . الأهالي للطبع والنشر والتوزيع، ١٩٩٥.
- سيدة السالمي : التصحر وتدهور البيئة في الوطن العربي. مجلة شؤون عربية العدد ١١ تونس، ١٩٨٢.
- محمد السيد عبد السلام: التكنولوجية الحديثة والتنمية الزراعية في الوطن العربي. سلسلة عالم المعرفة العدد ٥٠ الكويت ١٩٨٢.
- إدوارد ويلسون. ١٩٩٢. التنوع الحيوي قضية ملحة - ترجمة عبد السلام رضوان. مجلة الثقافة العامة العدد ٥٥ الكويت.
- تقرير إدارة الزراعة عن التشجير بدولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٧٧.
- د. إبراهيم نحال: الصحراء تزحف، مجلة البيئة والتنمية، المجلد الرابع العدد ١٧، ١٩٩٩.
- حسين الحاج محمد العتوم: دور الإمارات في مكافحة التصحر، جلفار، ١٩٩٦.
- د. عبد الستار أحمد: أثر الزراعة والغابات في تنمية البيئة ووقف التصحر، مجلة العاصمة، العدد ٦٠، ٢٠٠٠.
- د. عبد الله رمضان عبد الله: التصحر والبعد الإيكولوجي، جامعة الكويت، الطبعة الأولى، ١٩٩١.
- د. عبد الله الصعيدي: التنمية والبيئة، دار النهضة العربية ، ١٩٩٢.

REFERENCES

- Lean, G. & Hinrich , D. 1992., Atlas of the Environment. Oxford University Press.
- The World Bank: World Development Report, 1998 / 1999. Oxford University Press.
- Wild. A. 1993, Soil and the environment, An introduction. Cambridge University Press.


Bibliotheca Alexandrina
1099778


جامعة الإمارات